Aus der Veterinärphysiologischen Abteilung des
Physiologischen Institutes der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof.Dr.med.Dr.med.vet.h.c. M.H. F i s c h e r

Biometrische Untersuchungen an Fröschen, die im Verlaufe eines Jahres am Physiologischen Institut der Freien Universität Berlin gehalten und vornehmlich für das Praktikum verwendet worden sind.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Veterinärmedizin
durch die
Veterinärmedizinische Fakultät der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Joseph Kleinelanghorst
Tierarzt aus Groß-Wüstenfelde
Berlin 1961

Aus der Veterinärphysiologischen Abteilung des
Physiologischen Institutes der Freien Universität Berlin
Direktor: Prof.Dr.med.Dr.med.vet.h.c. M.H. F i s c h e r

Biometrische Untersuchungen an Fröschen, die im Verlaufe eines Jahres am Physiologischen Institut der Freien Universität Berlin gehalten und vornehmlich für das Praktikum verwendet worden sind.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Veterinärmedizin
durch die
Veterinärmedizinische Fakultät der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Joseph Kleinelanghorst
Tierarzt aus Groß-wüstenfelde
Berlin 1961

2543/61

Gedruckt mit Genehmigung der
Veterinärmedizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin

Dekan: Prof.Dr.L.F. M ü l l e r

Referent: Prof.Dr.Dr.h.c. M.H. F i s c h e r

Korreferent: Prof.Dr. F.Schmidt-Hoensdorf

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Februar 1961

Journal-Nr. 323

Herrn Prof.Dr.Dr.h.c. M.H. F i s c h e r danke ich für die Überlassung des Themas und für die gewährte freundliche Unterstützung.

Ferner möchte ich Herrn Privatdozenten Dr. G. W i t t k e für seine Beratung meinen Dank aussprechen.

Inhaltsverzeichnis

I.	Einleitung	S. 1
II.	Material und Methode	S. 9
III.	Ergebnisse	
	1. Rana Temporaria	S. 11
	2. Rana esculenta	S. 20
	3. Unterschiede zwischen Rana temporaria und Rana esculenta	S. 29
IV.	Diskussion	S. 35
V.	Zusammenfassung	S. 45
VI.	Literaturverzeichnis	S. 48

I. Einleitung

Seit Swammerdan (1637-85) und Galvani, der im September 1786 seine ersten Versuche am Froschschenkel machte, ist der Frosch aus der Physiologie nicht mehr fortzudenken. Er war lange Zeit das Haustier der Physiologen und wird auch heute noch in den praktischen Übungen der Studenten fast ausschließlich als Versuchstier benutzt. Am Frosch wurden die ersten Kenntnisse über das Blut, die Lymphe, die Koagulierbarkeit des Plasmas, die Blutströmung in den Kapillaren, die Herzbewegung und die Funktion der Nerven und Muskeln erworben. Wichtige Grundlagen der Zeugung und Entwicklung wurden und werden auch heute noch am Frosche studiert. Seine Beliebtheit als Versuchstier hat mehrere Gründe. Die wichtigsten sind, daß er in unseren Breiten in großer Anzahl vorkommt und verhältnismäßig leicht gehalten werden kann, und daß seine Organe - er ist ja ein Kaltblüter - in isoliertem Zustand längere Zeit überleben. Besonders gegen Ende des vorigen Jahrhunderts fand das Forschen über den Bau und das Leben dieses Tieres einen umfangreichen Niederschlag in der Fachliteratur. Dennoch blieb manche Frage bis auf den heutigen Tag unbeantwortet. Vieles, was man wußte, oder annehmen zu dürfen glaubte, ist in Vergessenheit geraten oder hält den Untersuchungen mit den modernen technischen Hilfsmitteln nicht stand.

Alice und Justus Gaule machten zum ersten Male darauf aufmerksam, daß Versuche an Fröschen nicht immer gleich zu bewerten seien, da sie in den verschiedenen Jahreszeiten einen anderen Ernährungszustand hätten. Sie schlossen dies aus Beobachtungen, die sie über längere Zeit exakt durchführten. So untersuchte Alice Gaule die Lebern von 305 Fröschen der Art Rana esculenta, die aus der Umgebung Zürichs stammten. Sie stellte dabei einen Jahreszyklus des prozentualen Lebergewichtes fest. Außerdem stellte sich heraus, daß ein Unterschied zwischen den Lebergewichten der Männchen und Weibchen bestand. Das geringste Lebergewicht hatten beide während der Laichzeit, die bei den untersuchten Fröschen in die Monate Mai und Juni fiel. Zum Herbst stieg das prozentuale Lebergewicht der Männchen auf das Dreifache

und das der Weibchen auf das Doppelte. Das absolute Lebergewicht der Weibchen lag zwar höher als das der Männchen, doch da die Weibchen ein absolut größeres Körpergewicht hatten, lag das prozentuale Lebergewicht unter dem der Männchen. Sie beobachtete ferner, daß die Leberzellen der Weibchen während der Monate Mai und Juni ein verändertes Aussehen hatten. Bei den Männchen war dies nur vereinzelt der Fall. Schon einige Jahre vorher hatte sie bei Rana temporaria eine Veränderung der Leberzellen im Laufe eines Jahres festgestellt. Von April bis November beobachtete sie eine Wachstums- und von November bis April eine Verbrauchsperiode.

J u s t u s G a u l e untersuchte den Einfluß der Jahreszeit auf die Muskulaturgewichte bei Rana escuelenta und die Frage, ob etwa auch hier eine geschlechtliche Differenz festzustellen sei. Als pars pro toto nahm er die Gewichte der Mm.gastrocnemii. Dabei stellte er im August ein Maximum und ein kontinuierliches Abfallen bis zur Laichzeit fest. Außerdem beobachtete er einen geschlechtlichen Unterschied. Zwar war das Gewicht der Gastrocnemii der Männchen größer als das der Weibchen, doch erwies es sich, daß bei Arbeitsversuchen mit den Gastrocnemii der Weibchen pro Gewichtseinheit größere Hubhöhen erzielt wurden. Die jahreszeitlichen Schwankungen der Muskelgewichte verliefen bei beiden Geschlechtern fast in der gleichen Art. Es wurde lediglich darin ein Unterschied festgestellt, daß die Muskeln der Männchen ihr größtes Gewicht im Juli erreichten, während bei den Weibchen erst im August die größten Gewichte festgestellt wurden. Die Fettkörpergewichte fielen von Januar bis Juni ab, wobei die relativen Gewichte der Männchen etwas höher lagen als bei den Weibchen, und sie fielen auch nicht so stark ab. Im September waren die Fettkörper der Männchen fast doppelt so schwer wie die der Weibchen. Auch die relativen Lebergewichte der Männchen waren immer etwas höher als die der Weibchen; doch hatten beide ihr Minimum im Juni und das Maximum im September/Oktober. Die mittleren Hodengewichte schwankten im Verlaufe eines Jahres zwischen 0,21 und 0,35 g/1oo g Frosch. Den größten Schwankungen waren die Eierstöcke und Eileiter unterworfen. Ihre Gewichte nahmen nach beendeter Laichzeit im Laufe der Monate bis zur nächsten

Laichperiode um das Vier- bis Fünffache zu. Ein beträchtlicher Teil der Gewichtszunahmen fiel in die Zeit der Winterruhe, eine Zeit, in der die Gewichte der Leber und Fettkörper abnahmen.

Aus den oben erwähnten Beobachtungen glaubte G a u l e schließen zu können, die Veränderungen der untersuchten Organe seien durch den Geschlechtszyklus bewirkt worden. Er teilte den Jahreszyklus des Frosches, bedingt durch die Winterruhe und die Laichzeit einerseits und die Futtersuche andererseits, in eine Fasten- und eine Freßperiode ein. Die Laichzeit rechnete er zur Fastenperiode, da der Frosch vor und während der Laichzeit so gut wie keine Nahrung zu sich nimmt. Aus der Zunahme der Eierstock- und Eileitergewichte sowie der Abnahme der Leber- und Fettkörpergewichte schloß G a u l e , daß hier eine Umlagerung der in den beiden letztgenannten Organen gespeicherten Stoffe in die Geschlechtsorgane stattgefunden haben müsse. Bei den Hoden der untersuchten Frösche waren so gut wie keine Gewichtsschwankungen beobachtet worden, jedenfalls nicht in dem Maße, wie es analog zu den weiblichen Geschlechtsorganen und der Abnahme der Leber- und Fettkörpergewichte zu erwarten gewesen wäre. G a u l e schloß aus dieser Tatsache, daß im Geschlechtszyklus der Männchen noch ein Energieverbrauch auftrat, der gewichtsmäßig nicht zu erfassen war. Außerdem wird von beiden Geschlechtern während der Winterruhe Erhaltungsenergie benötigt, wenn auch der Stoffwechsel während dieser Zeit auf ein Minimum heruntersinkt. G a u l e teilte daher die Stoffe, die im Winter von den Organen umgesetzt oder abgegeben wurden dem Verwendungszweck nach in drei Kategorien ein. Diese umfaßten erstens: Stoffe, die zum Aufbau und Unterhalt des Gesamtorganismus benötigt werden, zweitens: Stoffe, aus denen die Geschlechtsorgane aufgebaut werden und drittens: Stoffe, aus denen die Geschlechtsprodukte gebildet werden. Wie sehr die Fortpflanzungsorgane den anderen Organen übergeordnet sind, ging aus den Untersuchungen von N u ß b a u m und S c h u l z e hervor. Sie fanden, daß vom hungernden Frosch die Gewebe der Geschlechtsorgane als allerletzte Reserve angegriffen werden.

Die bei Rana esculenta gemachten Beobachtungen können nicht ohne weiteres auf alle Froscharten übertragen werden. So wies schon P o e l t z darauf hin, daß ein erheblicher Unterschied zwischen dem Jahreszyklus der Männchen von Rana esculenta und Rana temporaria besteht. Er machte diese Beobachtungen nicht durch Wägungen, sondern durch den Vergleich von histologischen Schnitten. Dabei stellte er fest, daß die Hoden von Rana temporaria in den Monaten August/September besonders groß waren. Die Hoden von Rana esculenta waren das ganze Jahr über fast gleich groß und er beobachtete bei ihnen das ganze Jahr über eine Spermiogenese. P o e l t z glaubte diese Erscheinung auf die verschiedenen Ursprungsgebiete dieser beiden Froscharten zurückführen zu können. Er glaubte, die Esculenten seien aus wärmeren Regionen (evtl. Afrika) nach Europa eingewandert und hätten daher auch nicht einen so stark jahreszeitlich gebundenen Geschlechtszyklus. Aus den histologischen Untersuchungen glaubte P o e l t z weiter entnehmen zu können, daß das Heranreifen der Spermien bei Rana temporaria in drei zwölfmonatlichen Zyklen vor sich gehe, so daß die Reifung der Urgeschlechtszelle bis zum Spermatozoon etwa drei Jahre in Anspruch nehme. Daraus schloß er, daß ein Frosch nicht vor drei bis vier Jahren geschlechtsreif sein könne.

D u v a l nahm einen achtzehnmonatlichen Zyklus für das Heranreifen der Spermien an. K o p s c h fand allerdings schon bei fünf- bis vierzehn Monate alten Exemplaren von Rana fusca und Rana arvalis reife Geschlechtszellen. Er gab die Mindestlänge für geschlechtsreife Frösche dieser Arten mit 35 mm an. Ein Jahreszyklus für die Spermiogenese wurde auch später von dem Japaner J i m I s c h i K i t a d bei Rana temporaria bestätigt.

In allen Arbeiten, die sich mit den Veränderungen der Organe während des Jahres beschäftigten, wurde der Geschlechtszyklus als Ursache hierfür angenommen. Die Faktoren, die die Laichzeiten und Paarungen auslösen, waren dagegen sehr umstritten, zumal die Laichzeiten bei Rana temporaria und Rana esculenta verschieden sind. So laicht zum Beispiel Rana temporaria sofort nach der Winterruhe und verkriecht sich danach, wenn

die Witterungsbedingungen ungünstig sind, noch einmal für ein bis zwei Wochen. Rana esculenta dagegen laicht etwas später und geht danach gleich auf Nahrungssuche. Die Paarungsdauer wird für beide Arten mit drei bis dreißig Tagen angegeben und soll von der Temperatur abhängig sein.

Die gefüllte Samenblase wurde von T a r c h a n o f f als auslösender Faktor für den Paarungsbeginn angenommen. S t e i n a c h bestritt dies, da Rana esculenta gar keine Samenblase habe. Versuche darüber, was bei den Weibchen die Paarungsbereitschaft auslösen soll, sind nicht in der Literatur beschrieben. C h a m p y war der Meinung, daß die Anwesenheit reifer Spermien in den männlichen Geschlechtsorganen die Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale bewirke. A r o n bestritt dies und machte das interstitielle Hodengewebe dafür verantwortlich.

Man begnügte sich nun nicht mit der Erkenntnis, daß die Gonadengewichte gleich nach beendetem Laichgeschäft wieder zuzunehmen beginnen und dies sogar während der Winterruhe tun, einer Zeit, in der die anderen Organe abnehmen, sondern wollte wissen, auf Kosten welcher Organe diese Zunahme im Winter vor sich gehe, und wie die einzelnen Organe prozentual an diesem Umbau beteiligt seien. A l i c e L e o n a r d hatte schon vor den Untersuchungen von G a u l e festgestellt, daß die Leber von Rana temporaria in den Monaten April/Mai am kleinsten und im November am größten war. A t h a n a s i u untersuchte den Gesamtglykogengehalt von Rana fusca während eines Jahres und stellte fest, daß er im Sommer am niedrigsten und im Herbst am höchsten war. Die Lebern hatten im Frühjahr ihren höchsten Glykogengehalt. Außerdem glaubte er beobachtet zu haben, daß der Glykogengehalt sich reziprok zur Temperatur verhalte. Dies wurde aber von P f l ü g e r bestritten. A t h a n a s i u stellte weiterhin für den Sommer einen RQ von 0,77 und für den Winter einen solchen von 0,95 fest. Im Frühjahr soll Fett in den Zirkulationsapparat übertreten und sogar mit dem Harn ausgeschieden werden. B l e i b t r e u und K a n

K a t o fanden zwar auch, daß das Glykogen im Herbst am höchsten war, doch im Gegensatz zu A t h a n a s i u fanden sie kurz vor der Laichzeit ein Minimum in der Leber, dafür aber ein Maximum in den Eierstöcken. Mehr als die Hälfte des Gesamtglykogens soll mit den Eiern ausgeschieden worden sein. Bis zum November erfolgte dann ein gemeinsamer Anstieg des Leber- und des Eierstockglykogens. Darauf sank das Leberglykogen und das des Eierstocks nahm zu. Während der Laichzeit bestand ein Minimum des Gesamtglykogens.

A c k e r m a n n veröffentlichte nach dem Kriege eine Arbeit, die er in den Jahren 1938/39 fertiggestellt hatte. Er hatte sich vorwiegend mit dem Fettstoffwechsel der Leber bei den Weibchen von Rana esculenta beschäftigt. Dabei stellte er im Gegensatz zu anderen Autoren einen Höhepunkt der Fettinfiltration der Leber im Juli fest. Mit Ausnahme der Paarungszeit war während des ganzen Jahres in der Leber mikroskopisch sichtbares Fett zu finden. Während die Ovarien im Winter stark zunahmen, verloren die Fettkörper stark an Gewicht. Die Abnahme der Fettvorräte ging der Zunahme der Ovariengewichte voraus. Die Hoden von Rana esculenta fand er das ganze Jahr über gleich schwer, mit Ausnahme der Zeit nach dem Laichen bis zum Sommer, wo sie etwas leichter waren. A c k e r m a n n verwendete zu seinen Versuchen Frösche aus der Umgebung von Krakau.

Der Beginn der Laichzeit richtet sich zum Teil nach den Witterungsbedingungen und kann um ein bis zwei Monate differieren. Nähere Untersuchungen über Beginn und Bedingungen der Laichzeit einzelner Froscharten veröffentlichte C e i . Er kam zu dem Schluß, daß die Laichzeit von zwei Komponenten abhängig sei nämlich dem phylogenetisch ererbten Geschlechtszyklus und den örtlichen Witterungsverhältnissen.

Außer den biometrischen und mikroskopischen wurden auch biochemische Untersuchungen unternommen, um den intermediären Stoffwechsel des Frosches aufzuklären. So machte S m i t h zusammenhängende Untersuchungen über den Blutzucker, die Fettkörper, das Glykogen, die Leber und die Gonaden bei Rana temporaria. Er stellte drei Perioden eines erhöhten Blutzuckergehaltes fest: erstens in der Laichzeit (von 54 auf 62 mg%), zweitens in den Monaten Juni/Juli und drittens im November. Im Anschluß an die Blutzuckererhöhung im Juni/Juli erfolgte die Wachstumsperiode der Geschlechtsorgane. Während dieser Zeit betrug der Blutzuckerspiegel 40 mg%. In der darauf folgenden Periode wurde vorwiegend Glykogen in der Leber gespeichert. In den Wintermonaten betrug er wieder 40 mg%. Die Hyperglykämie während der Laichzeit ging auf Kosten des Glykogenvorrates und war mit einer starken Abnahme der Fettkörpergewichte verbunden. In den Monaten April/Mai war der Blutzuckergehalt niedrig und es wurde weder Glykogen noch Fett gespeichert. Der Verfasser nahm an, daß während dieser Zeit Regenerations- und Wachstumsvorgänge die Aufbaustoffe für sich beanspruchten. Von Juni bis September war der Blutzuckergehalt der Weibchen höher, und von September bis Juni war er bei den Männchen höher. S m i t h war nicht der Meinung, daß der Glykogengehalt des Frosches von der Außentemperatur abhängig sei.

G a u t i e r stellte fest, daß der Eiweißgehalt der Leber nicht in dem Maße stieg wie das Gewicht zunahm. Bei einer Steigerung des Lebergewichtes auf das Doppelte wurde nur eine Vermehrung des Eiweißes um 30% gefunden. Allerdings erfolgte dann auch bei Verkleinerung der Leber der Abbau der Eiweiße langsamer als der Abfall des Organgewichtes. F e r i n i fand, daß während der Winterruhe drei verschiedene Phasen der Glykogen-, Fett- und Eiweißverhältnisse zu unterscheiden waren. In der ersten Phase wurde noch Glykogen gespeichert, während Fett und ein wenig Eiweiß bereits abgebaut wurden. Auch in der zweiten Phase wurde ein wenig Eiweiß verbraucht. Der Fettabbau nahm in der zweiten Phase ab, dafür wurde aber erheblich mehr Glykogen

umgesetzt. In der dritten Phase blieb der Eiweißumsatz wieder auf der gleichen Höhe wie in den beiden voraufgegangenen. Glykogen- und Fettabbau gingen in gleichen Anteilen vor sich.

V i c t o r o f f untersuchte die Veränderungen des Fettgewebes während der Winterruhe und kam zu folgenden Ergebnissen: Der Fettkörper büßte während dieser Zeit 4/5 seines Gewichtes ein, dabei wurden die Fette stärker abgebaut als die Eiweiße. Während in den Herbstfettkörpern der Fettgehalt 85,0% und der Eiweißgehalt 2,0% betrugen, änderte sich das Verhältnis bis zum Frühjahr auf 68,2% Fett- zu 4,9% Eiweißgehalt.

H o l z a p f e l berichtete von einer absoluten Gewichtszunahme der Frösche während der Winterruhe infolge einer veränderten Osmoregulation. M a z z o c c o beobachtete eine besonders starke Gewichtsabnahme der Frösche während der Paarungszeit infolge geringer oder fehlender Nahrungsaufnahme.

Alle die in den aufgeführten Untersuchungen festgestellten, vom Geschlechtszyklus und der Jahreszeit abhängigen Veränderungen der Organe bedeuten, daß man die Organe zu verschiedenen Zeiten in ganz verschiedenen Zuständen der Gestalt, der Zusammensetzung und sicher auch der Funktion vorfindet.

Meine Aufgabe war es festzustellen, in welcher Weise die Veränderungen der Organgrößen oder -gewichte im Verlaufe eines Jahres unter den Bedingungen ablaufen, unter denen die Frösche am Institut gehalten werden. Dabei sollte ein Vergleich der beiden verwendeten Arten Rana esculenta und Rana temporaria gezogen werden. Zur gleichen Zeit mit der Wägung der Frösche und ihrer Organe sollten die Länge der Eileiter festgestellt und die Pigmentierung der Hoden beobachtet werden.

II. Material und Methode

Das Material meiner Untersuchungen waren vorwiegend Frösche, die zum physiologischen Praktikum im Sommersemester 1959 und Wintersemester 1959/60 verwendet wurden. In den Ferienmonaten wurden Frösche, die aus den gleichen Lieferungen stammten, eigens für diese Untersuchungen getötet. Die Frösche stammten zum größten Teil aus Norddeutschland. Kleine Lieferungen kamen aus dem Donaugebiet. In den Wintermonaten November-Februar wurden die Tiere in einem Eisschrank bei 3-4°C gehalten. Sie befanden sich in Kunststoffschalen und wurden jeden Tag mit frischem Wasser versorgt. In den Monaten März bis Oktober wurden die Tiere in einem künstlich angelegten Teich, der mit einer Umfriedung versehen war, auf dem Institutsgelände gehalten. Ihr Lebensrhythmus konnte sich somit den lokalen Klimabedingungen anpassen. Die Froschvorräte bestanden aus Männchen und Weibchen der Arten Rana esculenta und Rana temporaria. Zu den Untersuchungen dieser Arbeit wurden Tiere verwendet, deren Bauchhöhle bei den Praktikumsversuchen nicht eröffnet wurde. Vor Beginn des Praktikums wurden Art, Gewicht und Schnauzen-Steißbeinlänge der zu untersuchenden Frösche festgestellt. Diese Größen wurden unter einer Nummer, die gleichzeitig mittels einer Michelklammer an einer Vorderextremität des betreffenden Frosches befestigt wurde, in eine Liste eingetragen. Um die Tiere für die oben erwähnten Messungen runig zu stellen, wurden sie etwa eine halbe Stunde vor Beginn in einem Gefäß mit Eiswasser in den Eisschrank gestellt, wenn es sich um Frösche aus dem Teich handelte. Der Wägevorgang wurde auf einer magnetgedämpften Balkenwaage vorgenommen, auf die der Frosch in einer mit einigen Luftlöchern versehenen Plexiglasdose gestellt wurde. Die Ablesegenauigkeit der Waage betrug 0,01 g. Die Schnauzen-Steißbeinlänge wurde mit einer Schublehre bis auf 0,5 mm genau gemessen. Die Tötung der Tiere erfolgte durch Dekapitation. Sofern es sich um Frösche handelte, die im Praktikum ihre Verwendung fanden, wurden sie sofort nach Abtrennung der Hinterextremitäten in eine feuchte Kammer gebracht, um Gewichtsverluste durch

Verdunstung zu vermeiden. Bei den eigens für diese Untersuchung getöteten Tieren wurde die Präparation unmittelbar nach der Dekapitation vorgenommen. Nach Eröffnung der Bauchhöhle wurden Leber, Hoden, Eileiter, Ovarien und Fettkörper herauspräpariert. Alle Organe wurden einzeln gewogen und bei den Eileitern noch die Länge festgestellt. Zur Messung der Eileiter wurden diese soweit wie möglich von der Mesosalpinx gelöst und auf einer ebenen Unterlage gerade ausgestreckt. Die Messung wurde mit einem Lineal vorgenommen und zwar mit einer Genauigkeit von $\pm$ 1 cm. Bei den Männchen wurden mit einer Skizze der Grad und Umfang der Hodenpigmentierung notiert.

III. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Wägungen und Messungen sind den Abbildungen 1 - 18 und in den Tabellen I - III niedergelegt. Die Gewichte und Längen sind in Gramm [g] und Zentimetern [cm] angegeben. Die Organgewichte sind prozentual auf das Gesamtgewicht eines Versuchstieres bezogen. Alle Werte sind jeweils über einen Kalendermonat gemittelt und auf die zweite Dezimale abgerundet. Die Streuungsbreite s ist wie üblich folgendermaßen berechnet:

$$s = \pm\sqrt{\frac{z_i \quad (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Der verschiedentlich angegebene Variationskoeffizient (V) stellt die Streuungsbreite in Prozent des Mittelwertes(M) dar: $V = \frac{s \times 100}{M}$. Im einzelnen haben die Untersuchungen folgende Resultate ergeben:

1. Rana temporaria

Das mittlere L e b e r g e w i c h t schwankt bei den Weibchen (Abb.2) in dem untersuchten Jahreszyklus zwischen 2,45 und 3,87 g, das der Männchen (Abb.1) zwischen 2,32 und 3,4o g. Die Variationskoeffizienten liegen bei den Weibchen zwischen 3 und 44 und bei den Männchen zwischen 1 und 25. Der Verlauf der Lebergewichtsschwankungen ist bei beiden Geschlechtern ähnlich. Beide haben im Frühjahr niedrige Mittelwerte. Während die Weibchen die niedrigsten Werte bereits im Januar und Februar aufweisen, wird das Minimum bei den Männchen erst im Juni festgestellt. Das Maximum der mittleren Lebergewichte wird von den Weibchen im August und von den Männchen im September erreicht. Dem Maximum folgt bei beiden Geschlechtern eine langsame aber stetige Gewichtsabnahme der Lebern bis zum Frühjahr, beim Männchen sogar bis Juni.

Bei den F e t t k ö r p e r n lassen sich Mittelwerte schwer angeben, da die Streuung der Einzelwerte viel zu groß ist beziehungsweise keine Normalverteilung vorliegt. Eine Häufung der niedrigsten Werte wird bei beiden Geschlechtern im Frühjahr festgestellt. In den Sommermonaten Juli, August und September dagegen kommen zwar noch vereinzelt kleine Fettkörper (unter o,2 g) vor, doch werden in dieser Zeit bei den Männchen Fettkörpergewichte bis zu 1,11 g (Abb.3) und bei den Weibchen sogar solche bis zu 1,83 g (Abb.4) gefunden. Schon im Oktober indessen verlieren die Fettkörper bei beiden Geschlechtern stark an Gewicht.

Die H o d e n g e w i c h t e (Abb.5) schwanken bei Rana temporaria während des untersuchten Jahreszyklus sehr stark. Die Mittelwerte liegen zwischen 0,23 und 3,84 g, die Variationskoeffizienten zwischen 2 und 68. Nach der Laichzeit nehmen die Hodengewichte noch bis Juni ab. Im August erreichen sie aber schon ihr Maximum, um dann wieder ständig abzusinken.

Die Mittelgewichte der O v a r i e n (Abb.6) schwanken zwischen 19,48 und 1,29 g. Die Streuungsbreiten betragen

3 bis 34 % der Mittelgewichte. Die niedrigsten Gewichte werden kurz nach der Laichzeit beobachtet. Bis Juli nehmen die Ovarien nur geringfügig an Gewicht zu. Bis September erfolgt dann ein größerer Gewichtszuwachs, doch wird das eigentliche Maximum erst zur Laichzeit erreicht.

Die Eileiter (Abb.7) weisen ähnliche Gewichtsschwankungen auf. Das niedrigste Mittel (1,12 g) wird im Juli festgestellt. Dann findet auch hier eine gewaltige Gewichtszunahme statt, und schon im September wird ein Mittelwert von 12,29 g beobachtet. Dieses Organgewicht wird im wesentlichen während der Wintermonate beibehalten. In der Laichzeit erreichen die Eileiter ein Mittelgewicht von 15,71 g. Sofort nach dem Laichgeschäft ist ein starker Abfall der Gewichte zu erkennen, der zu dem oben beschriebenen niedrigsten Mittelgewicht im Juli führt. Die Streuungsbreiten betragen 2 bis 83 % der Mittelwerte.

Stellt man Relationen zwischen dem Eileitergewicht und der Eileiterlänge (Abb.8) auf, so kann man im Laufe des untersuchten Zeitabschnittes Schwankungen zwischen 0,03 und 0,20 g/cm feststellen. Nach der Laichzeit sinken die Gewichte auf 0,03 g/cm ab und erreichen im Juli mit 0,02 g/cm das Minimum. Bis August ist eine Zunahme um 0,08 g/cm zu verzeichnen, und im Oktober wird das größte Gewicht im Herbst, nämlich 0,15 g/cm beobachtet. Nach geringen Gewichtsverlusten im Winter erreicht der Eileiter sein höchstes Gewicht von 0,20 g/cm zur Laichzeit. Vergleicht man die Eileiterlänge mit der Schnauzen-Steißbeinlänge (Abb.9), so stellt man fest, daß der Eileiter während des Laichgeschäftes etwa sechsmal so lang ist wie der Körper. Nach dem Laichen setzt eine Verkürzung ein, die aber langsamer als die Gewichtsabnahme vor sich geht. Im Juli ist die geringste Eileiterlänge, nämlich das 1,8-fache der Körperlänge festzustellen. Zwei Monate später, im September, ist jedoch schon wieder eine Eileiterlänge von der 6,1-fachen Körperlänge ermittelt.

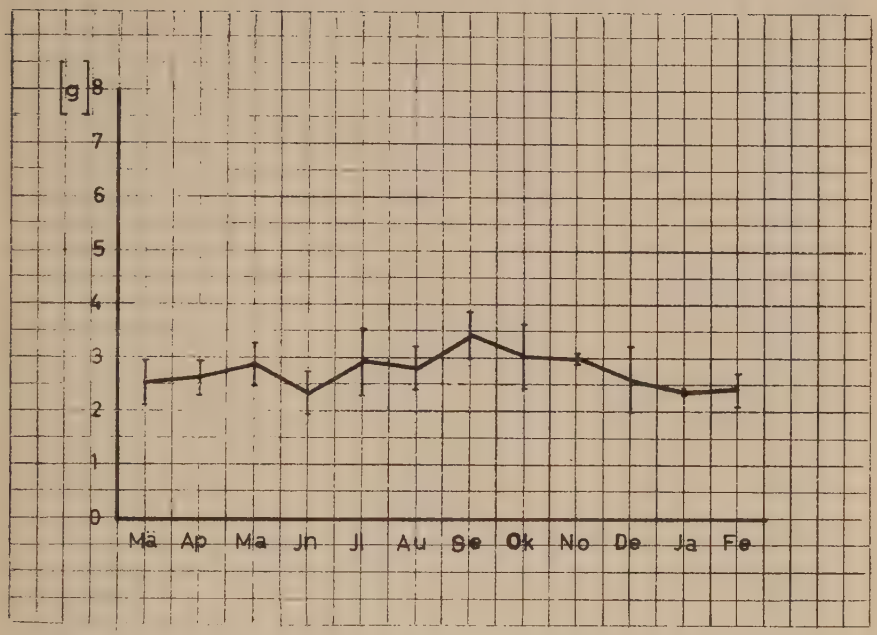

Abb.1 R.temporaria ♂, Lebergewichte

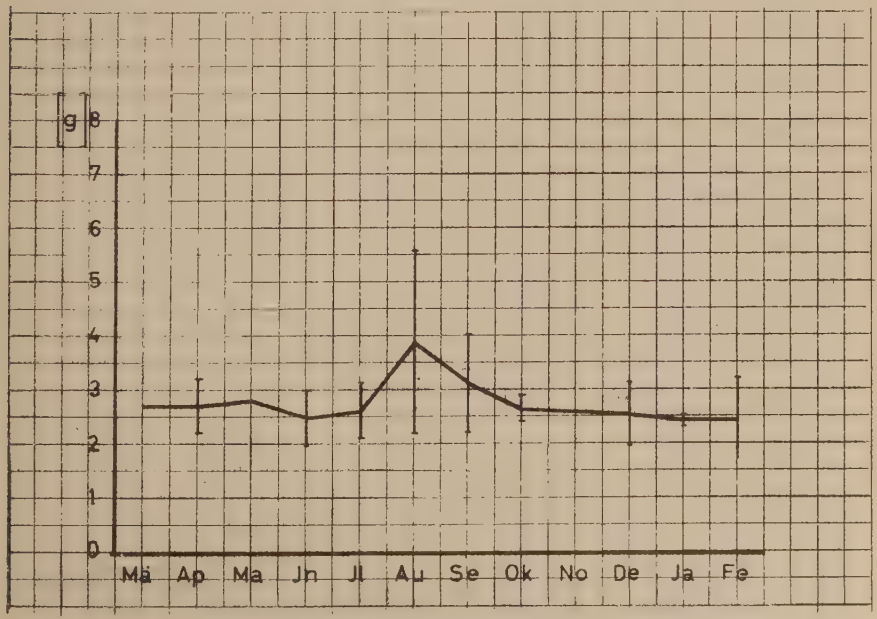

Abb.2 R.temporaria ♀, Lebergewichte

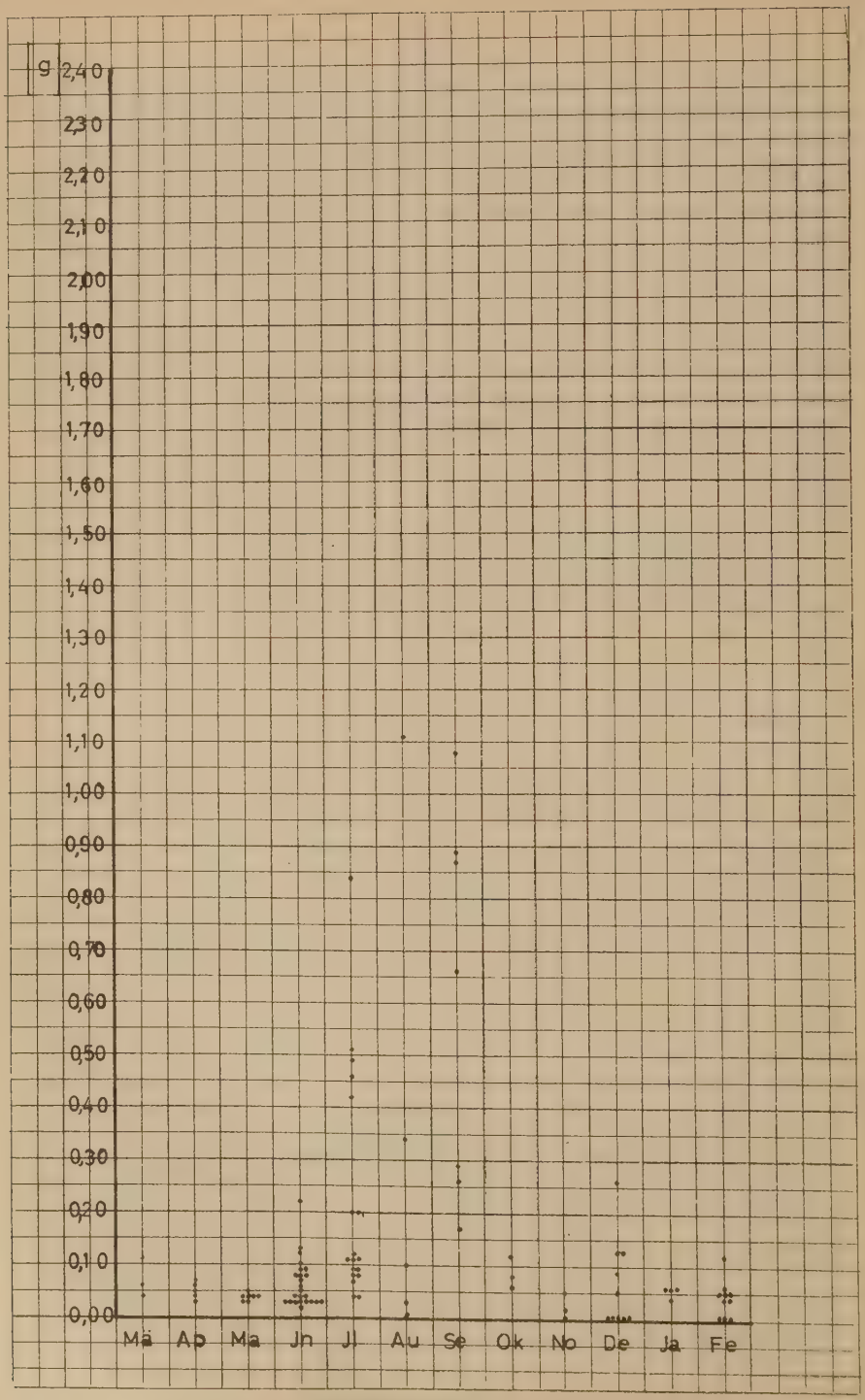

Abb.3 R.temporaria ♂, Fettkörpergewichte

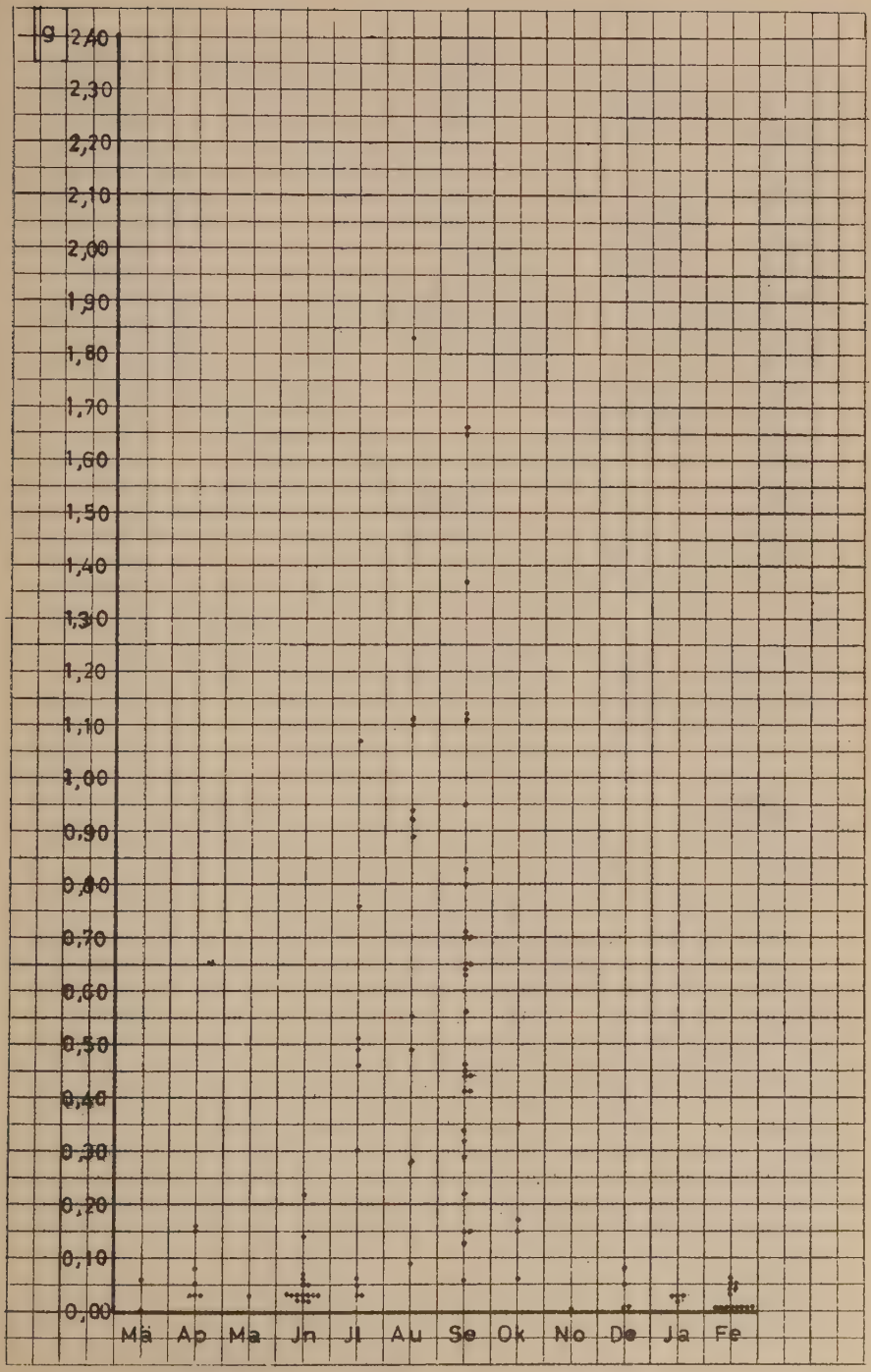

Abb.4 R.temporaria ♀, Fettkörpergewichte

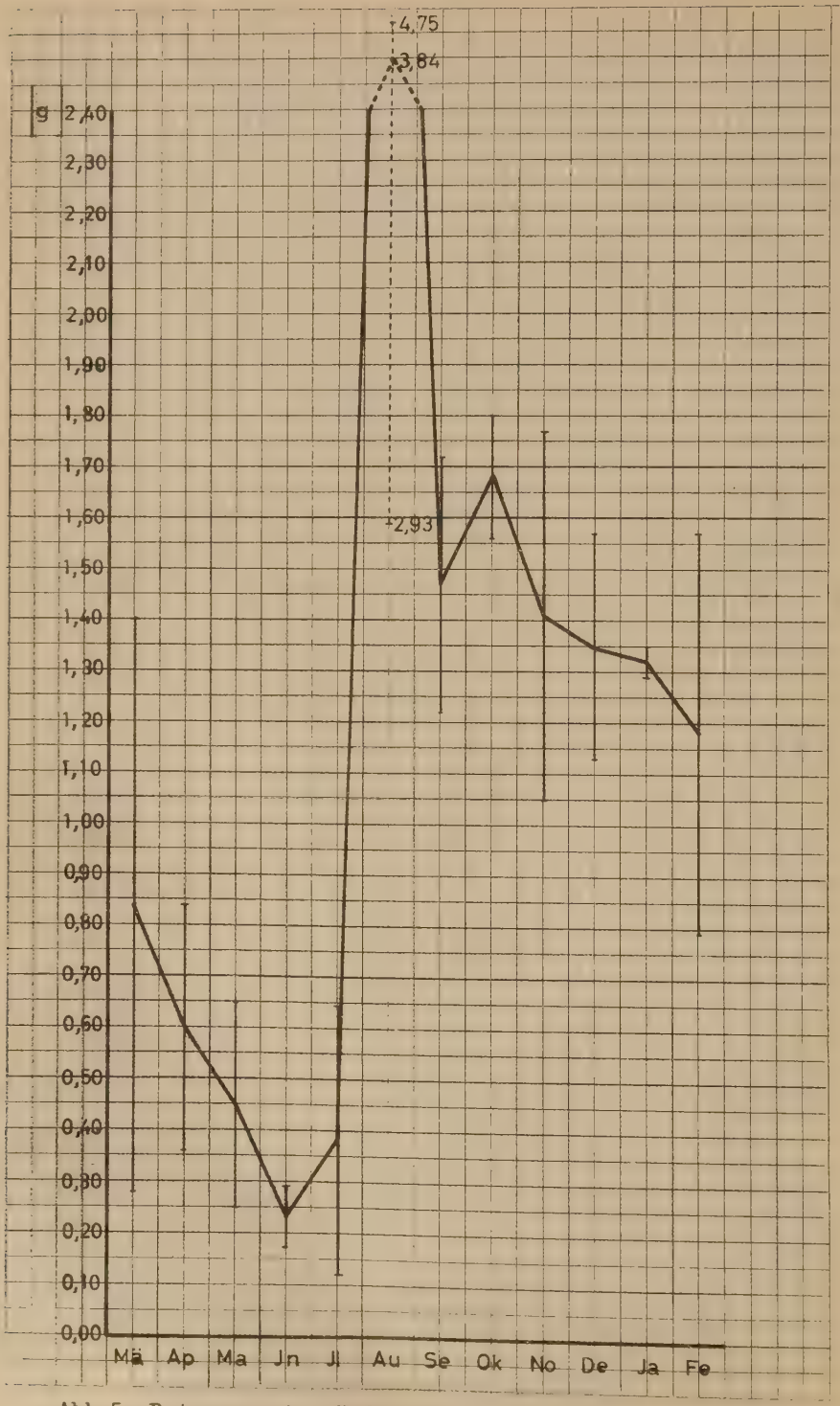

Abb.5 R.temporaria, Hodengewichte

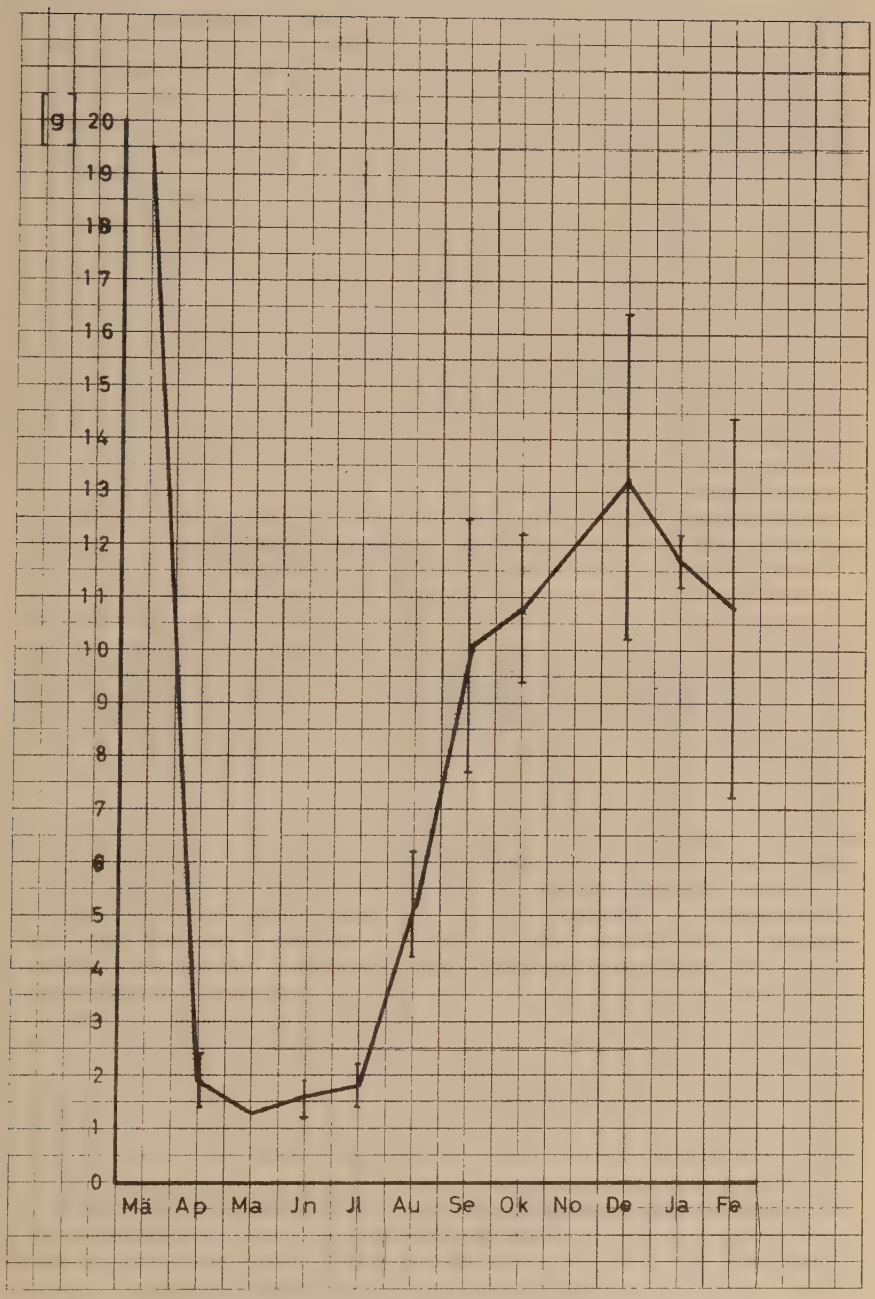

Abb.6 R.temporaria, Gewichte der Ovarien

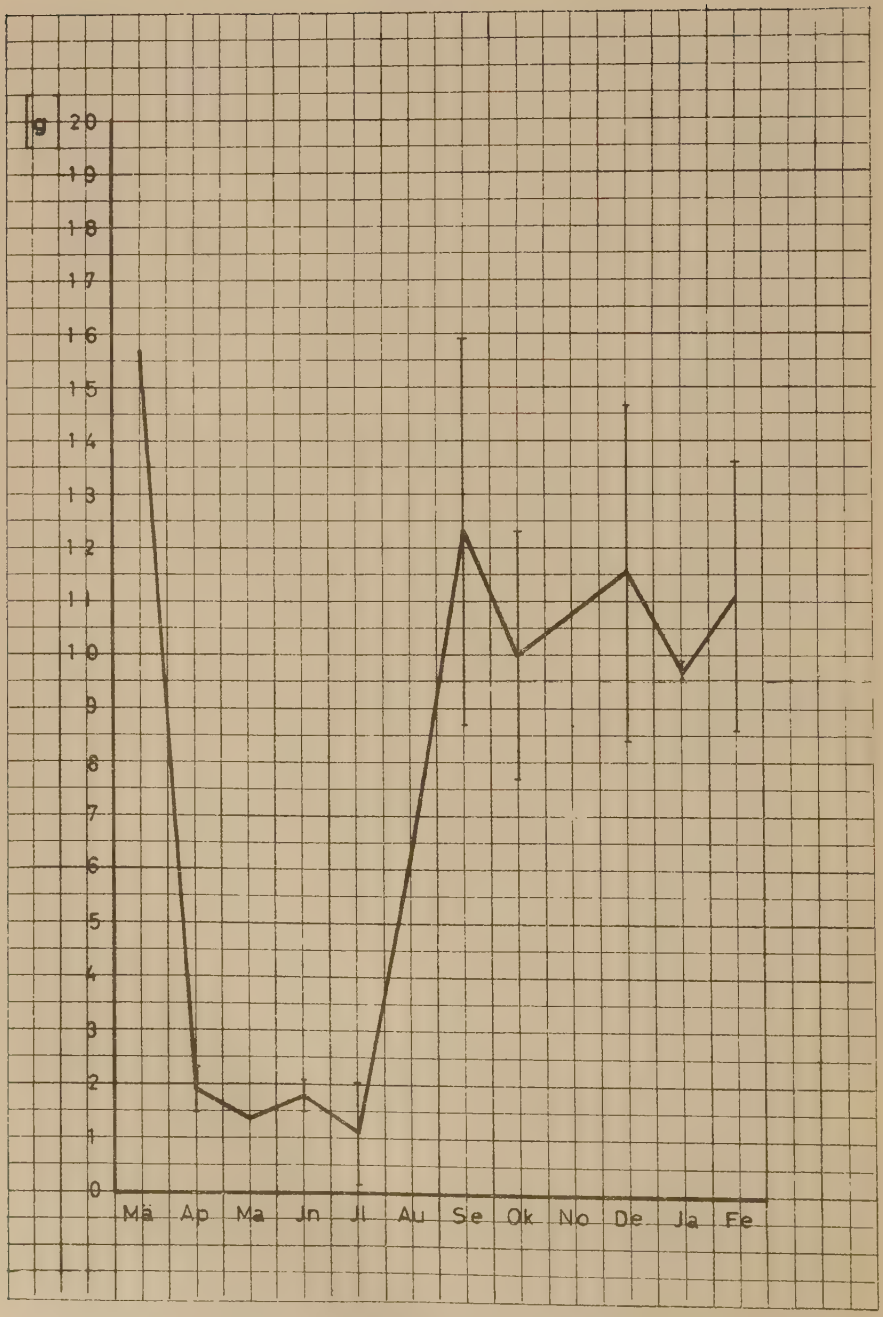

Abb.7 R.temporaria, Eileitergewichte

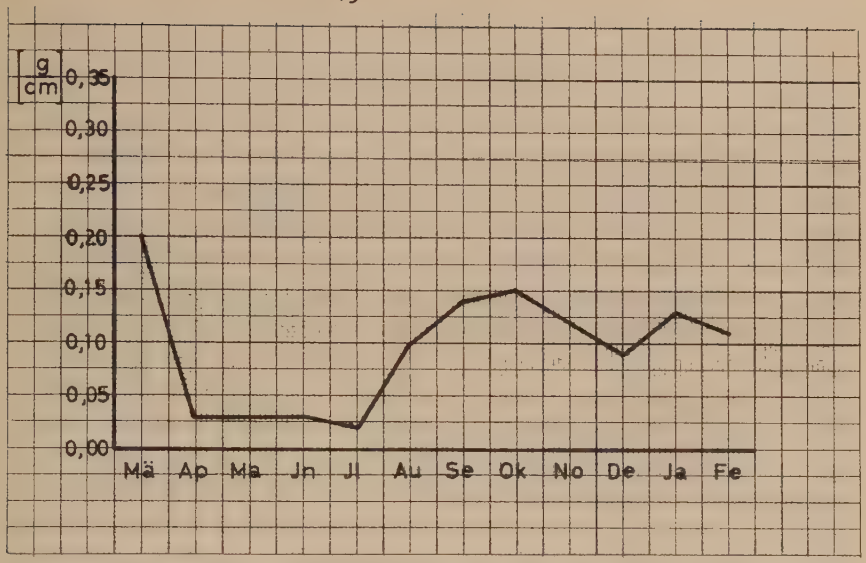

Abb.8 R.temporaria, Verhältnisse der Eileitergewichte zur Eileiterlänge

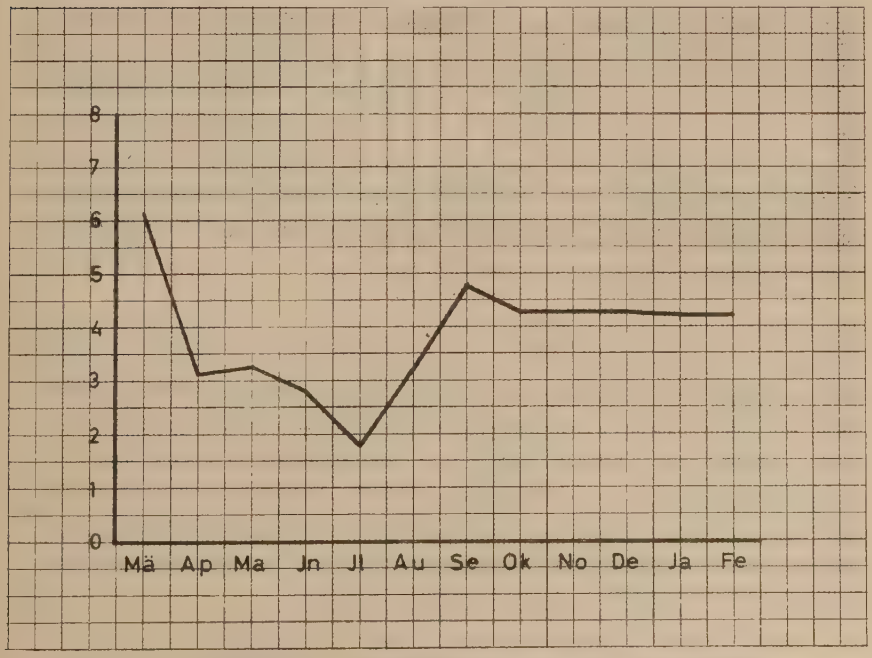

Abb.9 R.temporaria, Verhältnisse der Eileiterlänge zur Körperlänge

2. Rana esculenta

Bei den Weibchen schwanken die Mittelgewichte der Lebern (Abb.11) zwischen 2,56 und 5,23 g. Die Streuungsbreiten betragen 9 bis 14 % der Mittelwerte. Bei den Männchen schwanken die Mittelgewichte (Abb.10) zwischen 2,6o und 5,55 g, und die Variationskoeffizienten betragen 3 bis 36. Den niedrigsten Mittelwert haben die Lebern der Männchen im Juli. In den darauf folgenden Monaten nehmen sie ständig an Gewicht zu und erreichen im November das Maximum. Ab November erfolgt eine ständige Gewichtsabnahme, so daß im April fast das Minimum erreicht ist. Die Lebern der Weibchen haben im April ihr niedrigstes Mittelgewicht. Bis Juli erfolgt eine geringgradige Gewichtszunahme und im August wird schon das Maximum erreicht. Im September werden wieder niedrigere Werte ermittelt. Bis Dezember erfolgt darauf eine Gewichtszunahme, der in den Monaten bis April wiederum eine Gewichtsabnahme folgt.

Auch bei den F e t t k ö r p e r g e w i c h t e n der Esculenten sind derart verschiedene Einzelwerte vorgefunden worden, daß eine Mittelung nicht gerechtfertigt ist. Eine Häufung relativ niedriger Fettkörpergewichte (bis zu 0,2 g) ist bei den Weibchen (Abb.13) nur im April und bei den Männchen (Abb.12) nur im Februar und April zu beobachten. In den Monaten März, Mai, Juni und Juli treten vereinzelt wesentlich größere Fettkörper auf, wie sie in den übrigen Monaten des Jahres vorherrschen. Die höchsten Gewichte werden bei beiden Geschlechtern im August vorgefunden.

Die mittleren H o d e n g e w i c h t e (Abb.14) schwanken in der Untersuchungsperiode zwischen 0,12 und 0,5o g. Die Streuungsbreite beträgt 1o bis 60 % der angegebenen Mittelwerte. Die niedrigsten Hodengewichte sind im Oktober ermittelt worden. Hierauf erfolgt bis April eine Zunahme der Mittelgewichte bis zum Maximum. Im Mai sinken sie stark ab und halten sich bis Juli auf diesem niedrigen Niveau. Im August und September werden höhere Werte beobachtet, denen aber im Oktober das Jahresminimum folgt.

Die Mittelgewichte der O v a r i e n (Abb.15) schwanken zwischen 9,72 und 1,68 g. Die Streuungsbreite beträgt 6-76 % der Durchschnittswerte. Die niedrigsten Werte werden im April festgestellt. In den nächsten beiden Monaten ist nur eine geringe Gewichtszunahme zu verzeichnen. Von Juli bis März ist ein ständiges Ansteigen der Gewichte zu beobachten, wobei eine besonders große Gewichtszunahme in den Monaten Juli bis Oktober vor sich geht.

Die Mittelwerte der E i l e i t e r g e w i c h t e (Abb.16) schwanken während der Untersuchungsperiode zwischen 1,67 und 4,28 g. Ihre Variationskoeffizienten betragen 8 bis 100. Die niedrigsten Gewichte werden im Juli ermittelt. Bis Oktober erfolgt eine Gewichtszunahme, mit der eine Größe des Organs erreicht wird, die den Winter über nicht wesentlich verändert wird. Das Maximum der Jahresgewichtskurve wird im März erreicht. Ihm folgt im April eine starke Abnahme.

Stellt man auch bei den Eileitern der Esculenten einen Vergleich der E i l e i t e r g e w i c h t e mit der E i l e i t e r l ä n g e (Abb.17), so findet man, daß die Gewichte innerhalb eines Jahres zwischen 0,03 und 0,08 g/cm schwanken. Der Vergleich der E i l e i t e r l ä n g e mit der S c h n a u z e n - S t e i ß b e i n l ä n g e (Abb.18) ergibt, daß die Länge des Eileiters fast das ganze Jahr durchweg das drei- bis vierfache der Körperlänge beträgt.

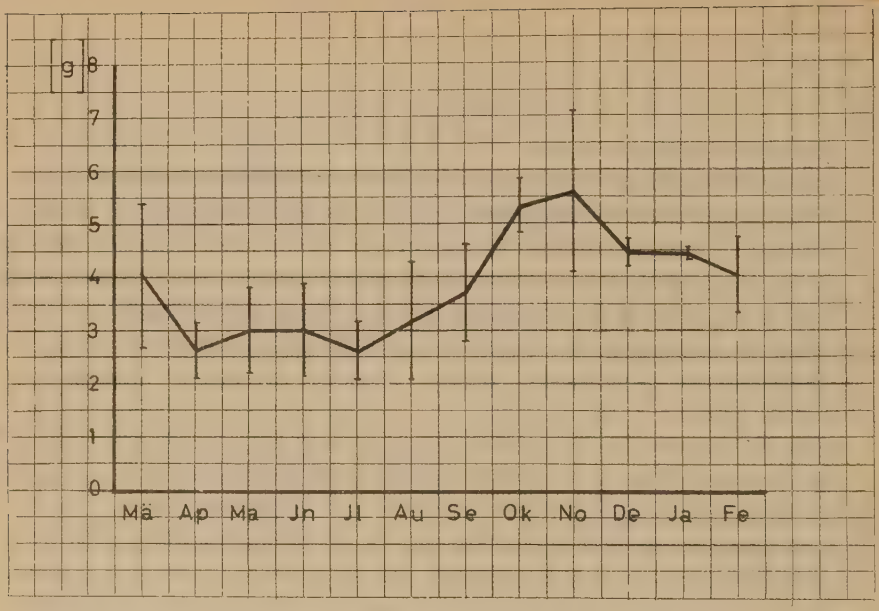

Abb.10 R.esculenta ♂, Lebergewichte

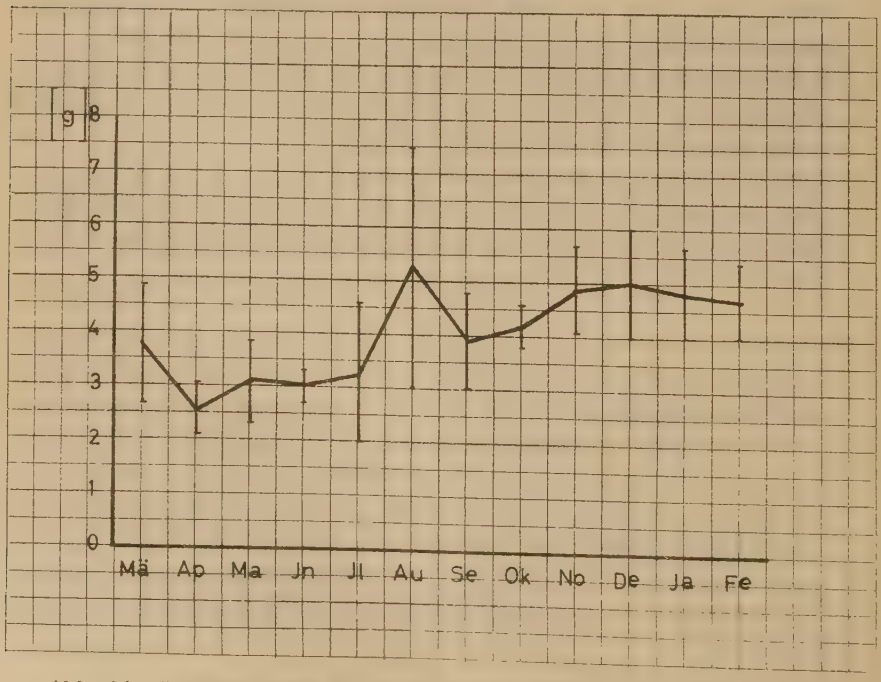

Abb.11 R.esculenta ♀, Lebergewichte

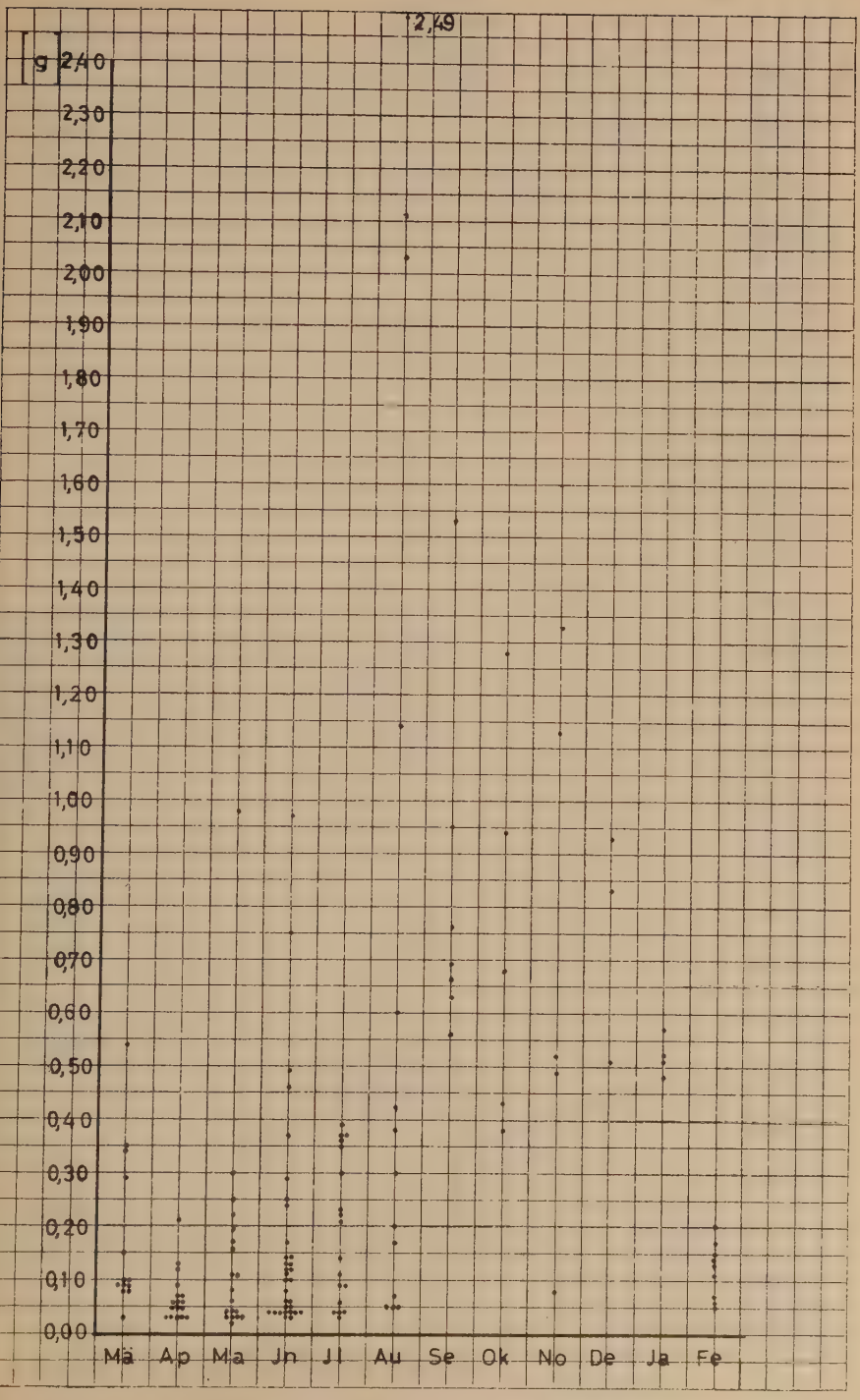

Abb. 12 R.esculenta ♂, Fettkörpergewichte

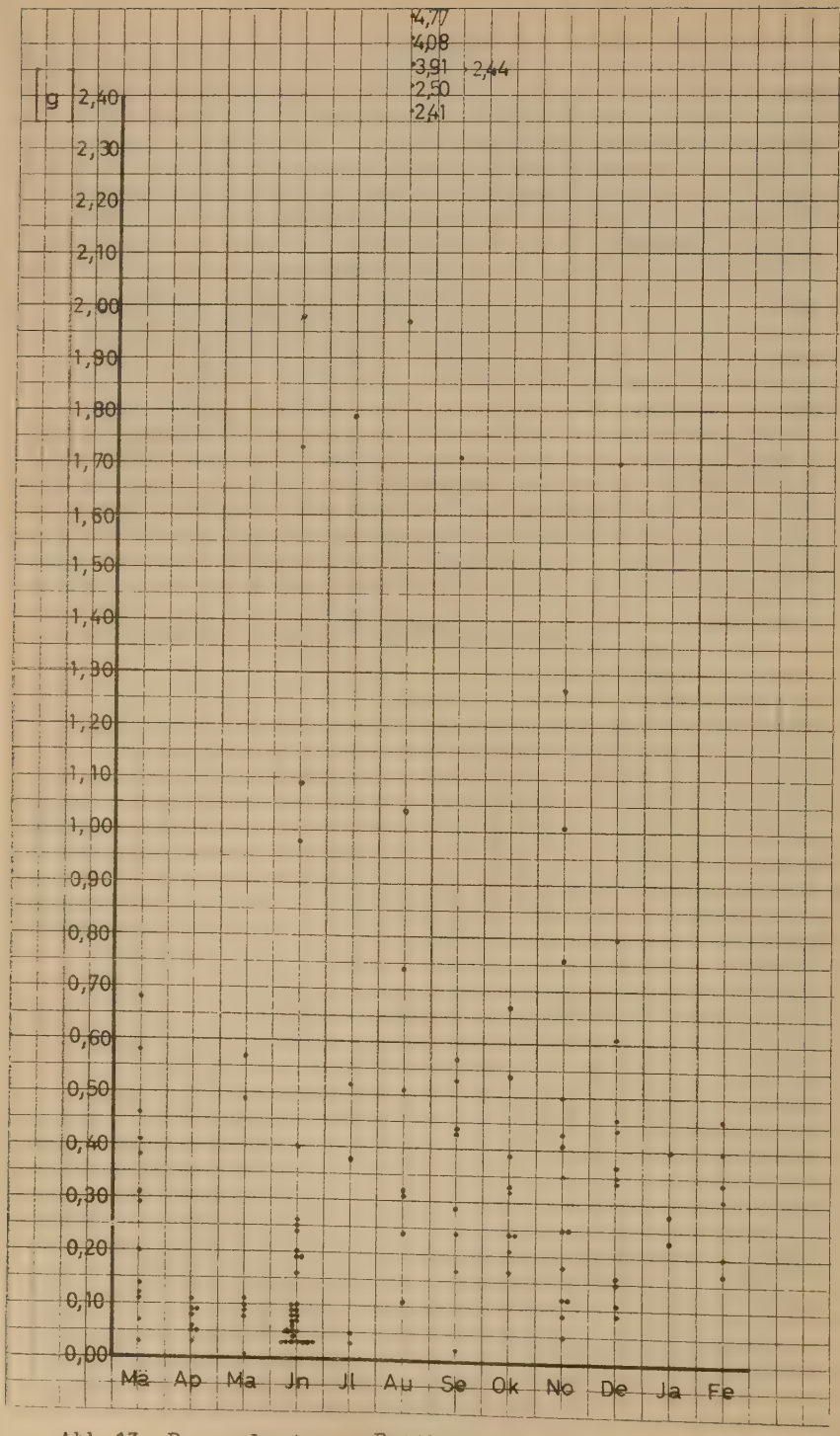

Abb. 13 R. esculenta ♀, Fettkörpergewichte

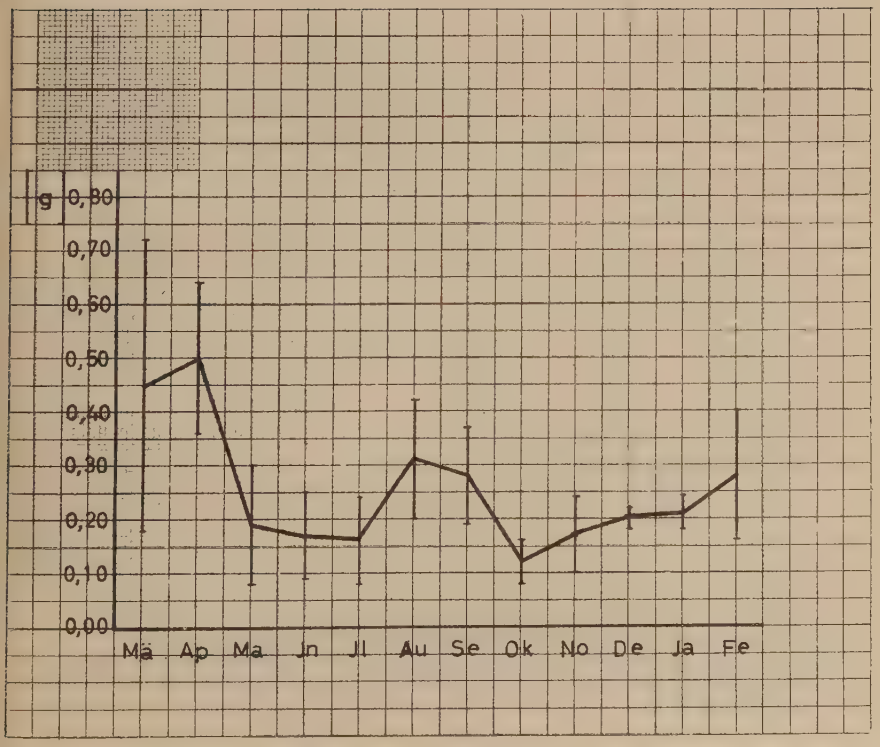

Abb. 14 R.esculenta, Hodengewichte

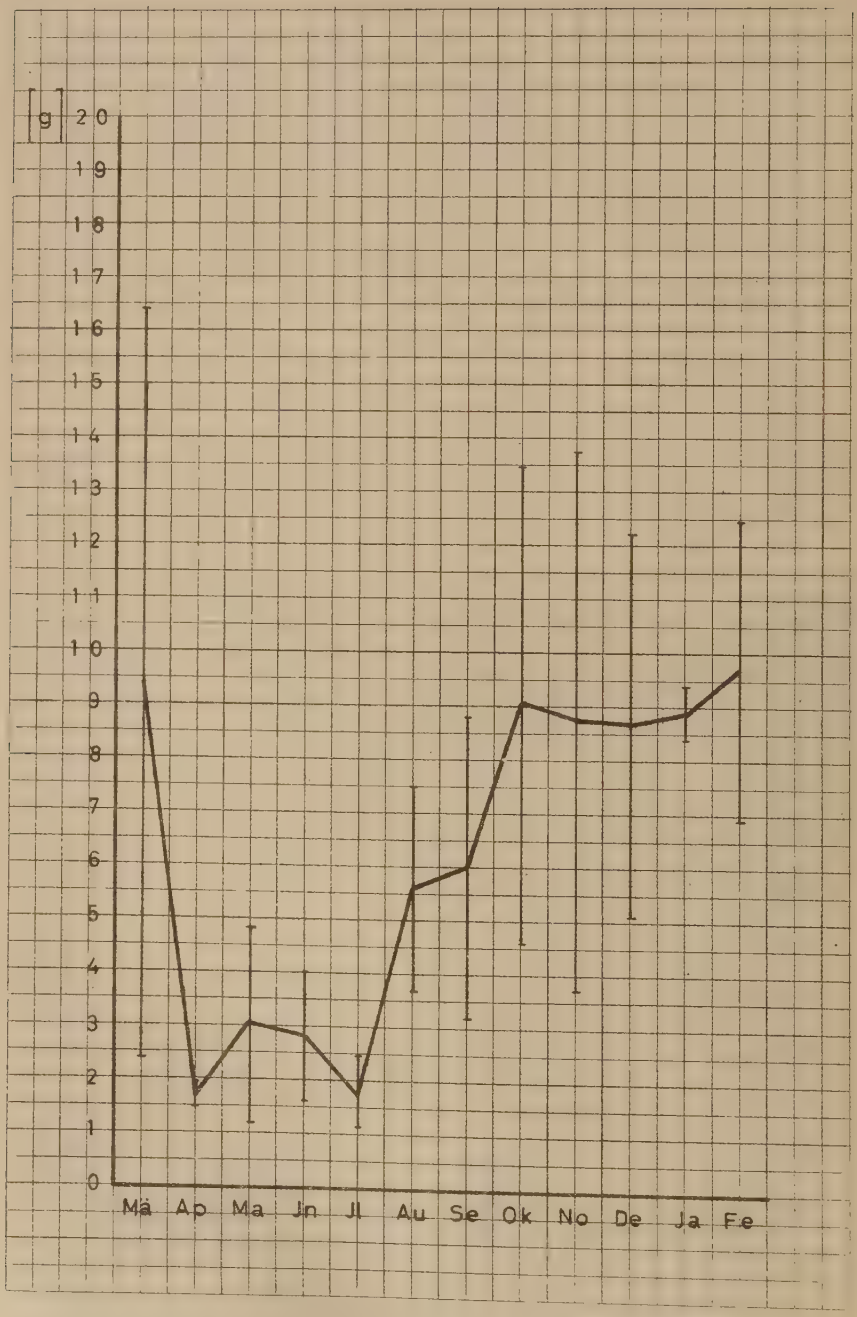

Abb.15 R.esculenta, Gewichte der Ovarien

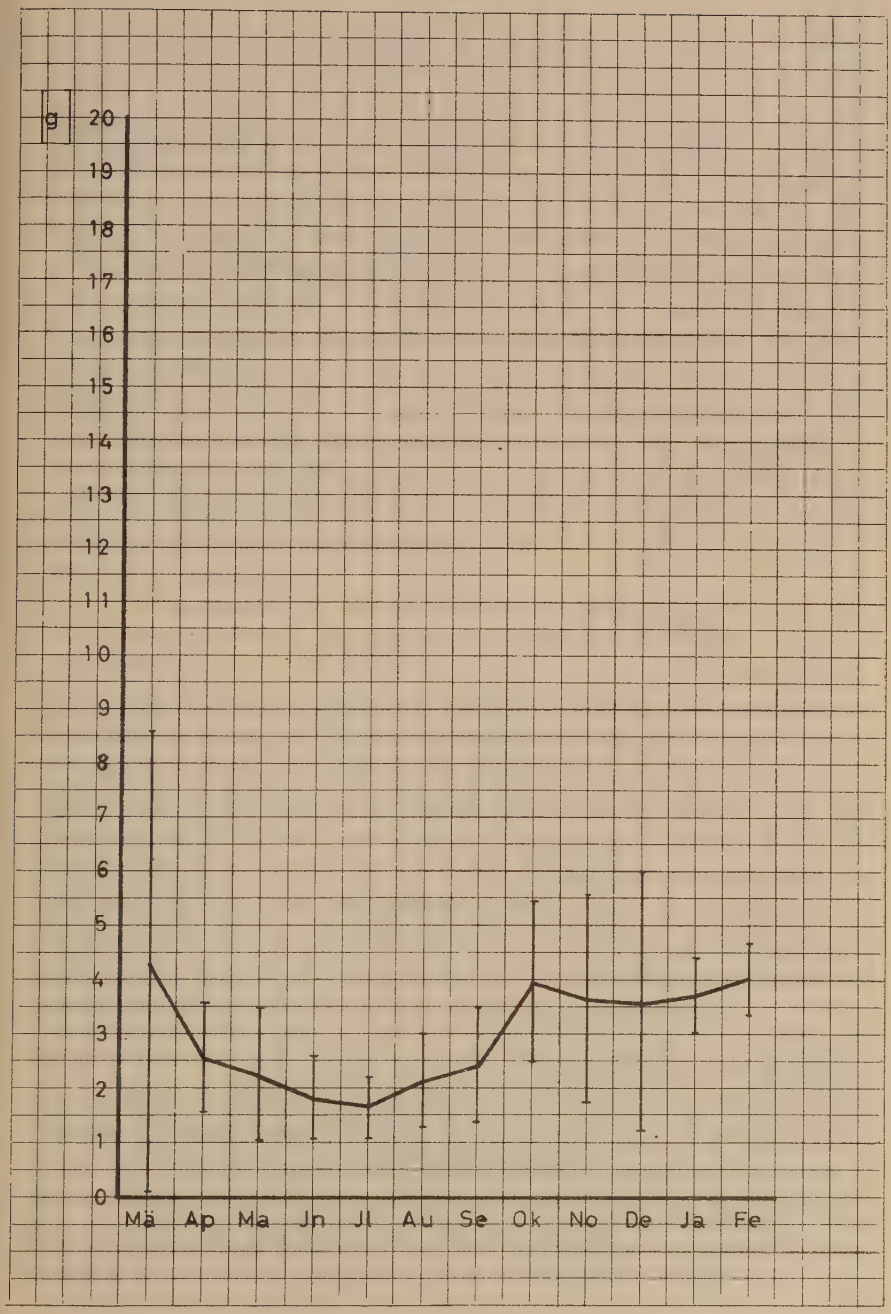

Abb.16 R.esculenta, Eileitergewichte

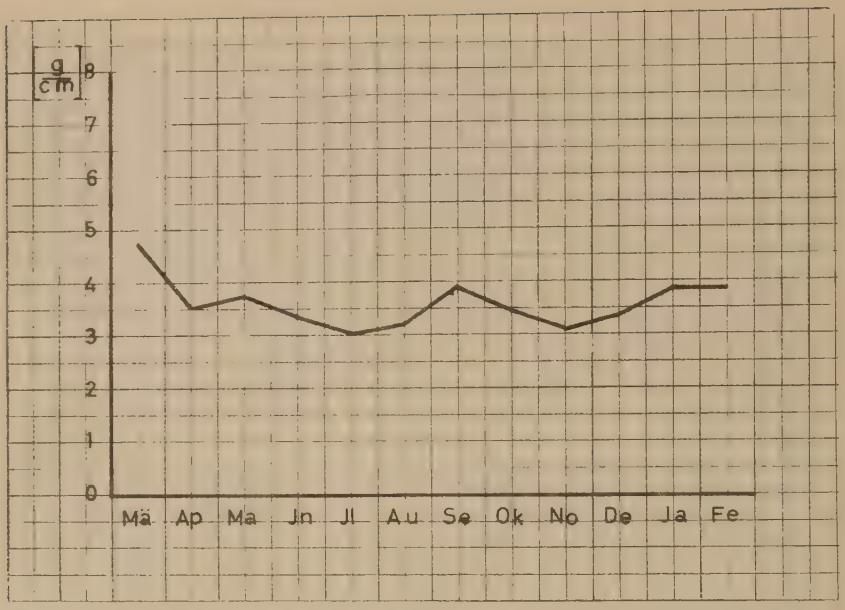

Abb.17 R.esculenta, Verhältnisse der Eileitergewichte zur Eileiterlänge

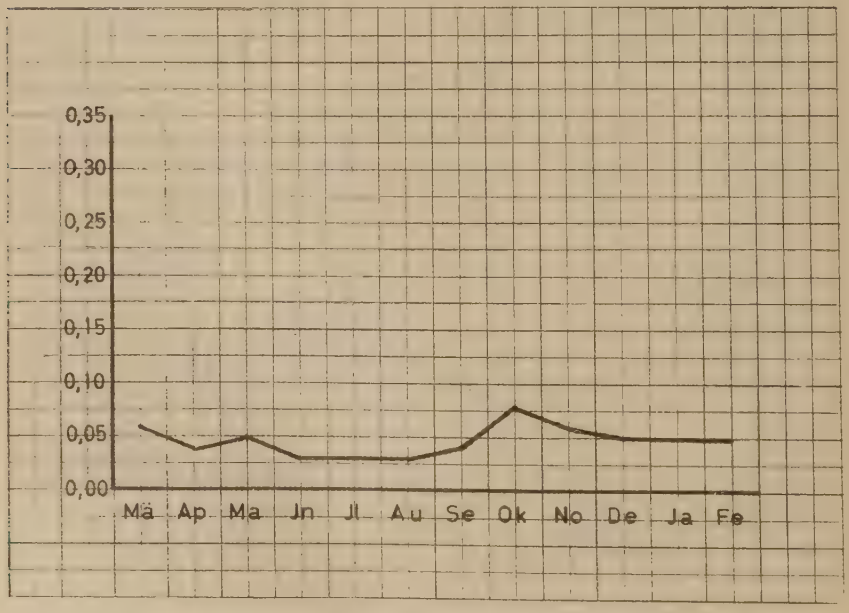

Abb.18 R.esculenta, Verhältnisse der Eileiterlänge zur Körperlänge

3. Unterschiede zwischen Rana temporaria und Rana esculenta

Vergleicht man die bei den Männchen beider Arten ermittelten r e l a t i v e n L e b e r g e w i c h t e , so fällt auf, daß sie sich im Laufe des Jahres verschieden verhalten. Die Lebergewichte der Esculenten weisen stärkere Veränderungen auf und erreichen das Maximum erst zwei Monate später als die Temporarien. Es liegt dabei jedoch um 2 g höher als bei der letztgenannten Art. Die höchsten Lebergewichte der Weibchen beider Arten sind im August beobachtet worden. Dabei liegen die relativen Werte der Esculenten um etwa 1 g höher als bei den Temporarien. Das Lebergewicht der Esculenten fällt während der Wintermonate nicht so stark ab, wie es bei den Temporarien der Fall ist. Nach der Laichzeit haben aber die Weibchen beider Arten fast die gleichen prozentualen Lebergewichte.

Beim Vergleich der Fettkörpergewichte der Männchen beider Arten fällt auf, daß höhere Gewichte bei den Temporarien nur im Juli, August und September vorkommen, während die Esculenten ihre im Sommer erlangten großen Fettkörper bis in die Laichzeit hinein behalten. Bei den Weibchen der beiden Arten sind die Verhältnisse ähnlich, nur werden von den Esculenten im Sommer weit höhere Fettkörpergewichte erreicht. Bei den Temporarien werden höhere Fettkörpergewichte nur in den Monaten Juli bis September beobachtet. In allen übrigen Monaten des Jahres werden nur relativ geringe Fettkörpergewichte ermittelt. Bei den Weibchen der Esculenten werden auch im Winter noch relativ große Fettkörper gefunden.

Die H o d e n g e w i c h t e beider Arten weisen beträchtliche Unterschiede auf. Während die mittleren Hodengewichte der Esculenten innerhalb des Jahres nur um 0,38 g schwanken, besteht bei den Temporarien zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Mittelwert ein Unterschied von 3,61 g. Während der niedrigste Wert im Juni registriert wird, ist schon im August der höchste erreicht. Es findet also bei den

Temporarien innerhalb zweier Monate eine bedeutende Vergrößerung der Hoden statt. Bis zur Laichzeit nehmen sie dann ständig an Gewicht ab. Im Gegensatz dazu nehmen die Hodengewichte der Esculenten nach ihrem Minimum im Oktober bis zur Laichzeit stetig zu.

Die O v a r i e n beider Arten zeigen etwa den gleichen Gewichtsverlauf in dem untersuchten Zeitabschnitt, wobei die der Temporarien jedoch relativ schwerer werden. Bei beiden Arten sind die niedrigsten Durchschnittsgewichte in den Monaten April bis Juli zu finden, die stärkste Gewichtszunahme erfolgt in den Monaten Juli bis Oktober. Der Höhepunkt wird aber erst im Frühjahr erreicht.

Bei den E i l e i t e r n der beiden Arten ist es anders. Während die Eileitergewichte bei den Esculenten vom Juli bis zum Frühjahr gleichmäßig ansteigen, wird bei den Temporarien schon im September ein Gewichtsniveau erreicht, das in den Wintermonaten im wesentlichen beibehalten wird. Während dieser Zeit betragen die relativen Eileitergewichte der Temporarien etwa das dreifache der Gewichte der Esculenten. Dieser Unterschied wird auch beim Vergleich der Eileitergewichte mit der Eileiterlänge markant. Während die Eileitergewichte der Esculenten im Herbst um 0,05 g/cm steigen, nimmt das der Temporarien um 0,13 g/cm zu. Ebenso besteht ein Unterschied in der Längenänderung der Eileiter bei den beiden Arten während des untersuchten Jahreszyklus. Während die Länge der Eileiter bei den Temporarien zwischen dem 1,7-fachen und dem 6,1-fachen der Schnauzen-Steißbeinlänge schwankt, bewegen sich die Längenänderungen der Eileiter bei den Esculenten zwischen dem 3,0- und 4,7-fachen der Schnauzen-Steißbeinlänge. Während diese Längenänderung bei den Esculenten langsam vor sich geht, vollzieht sie sich bei den Temporarien hauptsächlich in der Zeit von Juli bis August.

Eine P i g m e n t i e r u n g der H o d e n scheint fast nur bei den Temporarien vorzukommen, da die Hoden der Esculenten mit wenigen Ausnahmen unpigmentiert vorgefunden worden sind. Die Pigmentierung ist während des Jahres unterschiedlich

stark. Die deutlichsten Pigmentflecken sind bei Rena temporaria von etwa einen Monat vor bis einen Monat nach der Laichzeit festgestellt worden. Meistens ist die Pigmentierung so über den Hoden verteilt, daß die unpigmentierten Flächen der Hodenoberfläche scharf von den pigmentierten abgegrenzt sind. Selten ist der ganze Hoden pigmentiert. Die Form und Ausbreitung der Flecken ist sehr unterschiedlich. Es sind meistens nicht mehr als zwei Pigmentflecken auf einem Hoden gefunden worden. Die beiden Hoden eines Tieres sind nicht immer in der gleichen Art, doch meistens in der gleichen Intensität pigmentiert.

Tabelle I

Rana temporaria ♂

Monat	N	Hoden	s	Leber	s	Fettkörper von	Fettkörper bis
März	3	0,84	o,56	2,52	o,41	o,oo	o,11
April	5	0,60	o,24	2,62	o,33	o,o3	o,o7
Mai	7	0,45	o,2o	2,86	o,4o	o,o3	o,o5
Juni	24	0,23	o,o6	2,32	o,4o	o,o2	o,22
Juli	18	0,38	o,26	2,88	o,61	o,o4	o,84
August	5	3,84	o,91	2,8o	o,42	o,oo	1,11
September	7	1,47	o,25	3,4o	o,37	o,17	1,o8
Oktober	3	1,68	o,12	3,o4	o,6o	o,o6	o,12
November	3	1,41	o,36	2,97	o,o4	o,oo	o,o5
Dezember	10	1,35	o,22	2,59	o,64	o,oo	o,26
Januar	4	1,32	o,o3	2,37	o,o3	o,o4	o,o6
Februar	10	1,18	o,39	2,46	o,34	o,oo	o,12

Rana esculenta ♂

März	15	o,45	o,27	4,o6	1,35	o,o3	o,54
April	18	o,5o	o,14	2,64	o,5o	o,o3	o,21
Mai	18	o,19	o,11	2,99	o,78	o,o2	o,98
Juni	33	o,17	o,o8	2,98	o,85	o,o3	o,97
Juli	18	o,16	o,o8	2,6o	o,56	o,o3	o,39
August	14	o,31	o,11	3,19	1,16	o,o5	4,49
September	7	o,28	o,o9	3,7o	o,88	o,56	1,53
Oktober	5	o,12	o,o4	5,32	o,52	o,38	1,28
November	6	o,17	o,o7	5,55	1,47	o,o8	1,6o
Dezember	3	o,2o	o,o2	4,42	o,23	o,51	o,93
Januar	4	o,21	o,o3	4,4o	o,11	o,48	o,57
Februar	10	o,28	o,12	4,o2	o,77	o,o5	o,2o

Tabelle II

Rana temporaria ♀

Monat	N	Ovarien	s	Eileiter	s	Leber	s	Fettkörper von	Fettkörper bis
März	2	19,48	-	15,71	-	2,71	-	o,oo	o,o6
April	7	1,86	o,5o	1,87	o,37	2,7o	o,49	o,o3	o,16
Mai	1	1,29	-	1,35	-	2,78	-	o,o3	
Juni	16	1,56	o,34	1,87	o,28	2,46	o,49	o,o2	o,22
Juli	1o	1,77	o,36	1,12	o,94	2,62	o,51	o,o3	1,o7
August	9	5,23	o,96	6,2o	3,61	3,87	1,7o	o,o9	1,83
September	31	1o,13	2,4o	12,29	3,35	3,11	o,92	o,o6	1,66
Oktober	5	1o,8o	1,38	9,99	2,32	2,63	o,21	o,o6	o,35
November	1	(6,24)	-	(8,72)	-	(2,o3)	-	o,oo	
Dezember	4	13,26	3,o9	11,53	3,13	2,52	o,57	o,oo	o,o8
Januar	4	11,72	o,53	9,73	o,16	2,45	o,o8	o,o2	o,o3
Februar	14	1o,84	3,58	11,13	2,51	2,45	o,75	o,oo	o,o6

Rana esculenta ♀

März	13	9,39	7,o6	4,28	4,27	3,77	1,11	o,o3	o,68
April	8	1,68	o,18	2,54	1,o4	2,56	o,5o	o,o3	o,11
Mai	7	3,o4	1,83	2,24	1,23	3,12	o,77	o,oo	o,56
Juni	32	2,84	1,28	1,81	o,75	3,o3	o,28	o,o3	1,98
Juli	5	1,73	o,61	1,67	o,55	3,24	1,34	o,o3	1,79
August	14	5,63	2,94	2,12	o,87	5,23	2,15	o,11	4,77
September	10	6,oo	2,79	2,41	1,o8	3,89	o,86	o,oo	2,44
Oktober	12	9,12	4,41	3,99	1,49	4,18	o,39	o,17	o,91
November	14	8,76	4,97	3,64	1,9o	4,85	o,78	o,o9	1,27
Dezember	14	8,7o	3,62	3,57	2,37	4,99	1,o2	o,o9	1,7o
Januar	3	8,9o	o,51	3,7o	o,7o	4,79	o,79	o,23	o,4o
Februar	6	9,72	2,82	4,o4	o,66	4,68	o,68	o,17	o,46

Tabelle III

a) Verhältnisse der Eileitergewichte zur Eileiterlänge

b) Verhältnisse der Eileiterlänge zur Körperlänge

Monat	N	Rana temporaria a	b	N	Rana esculenta a	b
März	2	o,2o	6,14	13	o,o6	4,74
April	7	o,o3	3,16	8	o,o4	3,52
Mai	1	o,o3	3,3o	7	o,o5	3,77
Juni	16	o,o3	2,78	32	o,o3	3,32
Juli	1o	o,o2	1,77	5	o,o3	3,o4
August	9	o,1o	3,25	14	o,o3	3,2o
September	31	o,14	4,79	1o	o,o4	3,93
Oktober	5	o,15	4,31	12	o,o8	3,47
November	1	o,12	5,38	14	o,o6	3,12
Dezember	4	o,o9	4,3o	14	o,o5	3,36
Januar	4	o,13	4,25	3	o,o5	3,85
Februar	14	o,11	4,25	6	o,o5	3,85

IV. Diskussion

Bevor wir auf Erörterungen eingehen, muß betont werden, daß solche überhaupt nur mit Einschränkungen möglich sind; diese resultieren, wie man aus den Tabellen ersehen kann, aus der oft sehr geringen Anzahl der untersuchten Tiere. Der Grund dafür ist in der Kostbarkeit unserer Frösche zu suchen, die oft nur sehr schwer zu bekommen sind und ferner in anderen reinen Zufälligkeiten.

Die Ergebnisse lassen erkennen, daß die relativen Organgewichte während der Untersuchungsperiode mehr oder weniger stark schwanken. Als bestimmender Faktor dafür kommt einmal der durch die Poikilothermie der Frösche bedingte Einfluß der Umgebungstemperatur in Betracht. Von ihm hängen unmittelbar die Stoffwechselintensität, die Nahrungsaufnahme und auch das Nahrungsangebot ab. Der andere Faktor ist im Geschlechtszyklus der Tiere zu sehen. Er ist zwar erblich festgelegt, wird jedoch offenbar auch von der Umgebungstemperatur beeinflußt.

Das Lebensjahr der Frösche kann man in verschiedene Abschnitte einteilen, die jeweils durch ihre Lebensweise charakterisiert sind. Sobald im Herbst die Durchschnittstemperatur unter $10^{\circ}C$ sinkt, beginnt der Frosch sich zu verkriechen. Im Schlamm und Morast der Teiche und Seen sucht er sich einen geeigneten Platz für die Überwinterung. Hier verfällt er in eine sogenannte "Winterstarre". Wenn im Frühjahr die Erde wärmer und der Frosch wieder bewegungsfähig wird, kommt er aus seinem Versteck. Rana temporaria laicht dann wenige Tage darauf ab, Rana esculenta gewöhnlich einen Monat später. Auf die Laichzeit folgt die Periode der Futtersuche. Im Gegensatz zur Fastenzeit im Winter wird diese Zeit auch Freßperiode genannt. Manche Autoren rechnen die Laichzeit mit zur Fastenzeit, da der Frosch während der Laichzeit keine Nahrung zu sich nimmt. Der Ausdruck Fastenzeit ist aber nur gerechtfertigt, wenn man das Fasten als Hauptmerkmal der Lebensäußerungen des Frosches während dieser Zeit ansieht. Das

wesentliche ist aber, daß der Frosch während des Winters in eine "Starre" verfällt. Die Unfähigkeit, Nahrung zu sich zu nehmen, ist nur eine Folge davon. Daß der Frosch während der Laichperiode keine Nahrung zu sich nimmt, ist während dieser Zeit von der Paarung und dem Laichvorgang bestimmt. Wie sehr der ganze Lebensrhythmus der Froschorgane auch außerhalb der Laichzeit auf dieses Geschehen abgestimmt ist, geht ebenso wie aus anderen auch aus unseren Untersuchungen hervor. Die Geschlechtsorgane und ihre Produkte machen während der Laichzeit einen enormen Teil des gesamten Körpergewichtes aus. Außerdem entwickeln die Frösche während dieser Zeit eine große Aktivität, ohne seit der Winterruhe Nahrung zu sich genommen zu haben. Hierzu werden die letzten Körperreserven mobilisiert. Das Ende der Laichzeit markiert sich in dem starken Abfall aller untersuchten Organgewichte. Ganz besonders trifft dies natürlich für die Ovarien und Eileiter zu, die fast neun Zehntel des Gewichtes verlieren. Das ist sowohl bei Rana temporaria als auch bei Rana esculenta der Fall.

Diese Tatsache ist für Rana esculenta in unseren Diagrammen nicht so deutlich ausgedrückt. Die für März angegebenen Werte stammen von Fröschen, die im Teich überwintert haben. Es sei hier aber erwähnt, daß in den Monaten Februar/März 1959 außerdem noch Frösche untersucht worden sind, die den Winter im Eisschrank verbracht haben. Bei diesen Untersuchungen sind Mittelwerte für Ovarien von 14 g und für Eileiter von 16 g beobachtet worden. Warum im Frühjahr 1960 bei den im Eisschrank gehaltenen Fröschen nicht wieder so hohe Gewichte der Ovarien und Eileiter festgestellt worden sind, mag verschiedene Gründe haben. Einesteils war der Sommer 1959 sehr trocken und somit das Nahrungsangebot für die Frösche gering; anderenteils ist ja auch der Zeitpunkt des Laichbeginns für Rana esculenta gewöhnlich etwas später als der für Rana temporaria. Die Geschlechtsorgane könnten also nicht voll entwickelt gewesen sein.

Eigenartigerweise fällt das Laichen für beide Arten in den vorliegenden Untersuchungsergebnissen in die gleiche Zeit, nämlich März/April. Vielleicht ist eine Erklärung hierfür in den Umweltbedingungen für die Frösche in dieser Zeit zu suchen.

Beide Arten und Geschlechter haben, bevor sie im März in den Teich gekommen sind, zusammen in einem Gefäß unter gleichen Bedingungen im Eisschrank überwintert. Anfang März wurden sie in einen kleinen, etwa 5 m^2 großen und 50 cm tiefen Teich gebracht, von wo aus sie zur Untersuchung geholt wurden. Was die Esculenten veranlaßte, mit den Temporarien zur gleichen Zeit zu laichen, läßt sich schwer feststellen. Vielleicht war es das außergewöhnliche Klima des Frühjahrs 1959. Der März war trocken, niederschlagsarm und zu warm. Die mittlere Temperatur betrug 7,0°C (3,6°C normal). Die Mittagstemperaturen schwankten zwischen 15 und 16°C, Ende März sogar um 21°C. Der April war etwas feuchter, doch auch zu warm. Die mittlere Temperatur betrug 10,4°C (8,1°C normal), und es wurden Mittagstemperaturen zwischen 20 und 24°C gemessen. Da der oben erwähnte Teich direkt an der Südseite eines Gebäudes liegt, hatte er für die Jahreszeit außergewöhnlich hohe Wassertemperaturen, zumal bei einer so geringen Tiefe die Wassermenge relativ klein war.

Es sei nochmals für beide Arten festgestellt, daß alle Organe mit Ausnahme der Hoden unmittelbar nach dem Laichen im Vergleich zu den anderen Jahreszeiten sehr niedrige Gewichte haben. Für Rana esculenta ist dies schon von G a u l e beschrieben worden.

Welche gewaltigen Mengen von Substanz bei der Eiablage vom Körper abgegeben werden, geht aus Untersuchungen von K a t o und T e r r o i n e hervor. Nach ihren Angaben werden über die Hälfte des Gesamtglykogens und 68% aller im Körper befindlichen Fett- und Lipoidstoffe in Form der Eier ausgeschieden.

Von kleinen Schwankungen abgesehen verändern sich nach der Laichzeit bei allen untersuchten Tieren der beiden Arten zwei bis drei Monate lang die relativen Organgewichte nur wenig. Das kann daran liegen, daß die absoluten Organ- und Körpergewichte ungefähr gleich bleiben oder sich im gleichen Verhältnis ändern. Vielleicht sind die niedrigen prozentualen Lebergewichte der Männchen von Rana esculenta im Juli durch eine stärkere Zunahme der Muskulatur zustande gekommen. Allerdings müßte in diesem Falle der Gesamtkörper um rund ein Siebentel seines Gewichtes zunehmen. Das dürfte jedoch unwahrscheinlich sein. Um diesen Punkt zu klären, wäre es nötig, die absoluten Froschgewichte der einzelnen zu untersuchenden Tiere über längere Zeit vor der Organuntersuchung zu registrieren.

Bei den Fröschen beider Arten und Geschlechter, die in den Monaten Juli/August untersucht worden sind, ist eine Zunahme der prozentualen Organgewichte zu verzeichnen. Diese Tatsache ist auch aus den Untersuchungen von G a u l e für Rana esculenta bekannt. Wenn auch der Beginn der Laichzeit in den verschiedenen Biotopen verschieden ist, wie es von A c k e r m a n n und G a u l e berichtet wird, so scheint doch der neue Geschlechtszyklus der beiden Arten, wenn man annimmt, daß er sich in der Zunahme der Geschlechtsorgane ausdrückt, zur gleichen Zeit zu erfolgen.

Außer den Geschlechtsorganen beginnen aber auch die anderen Organe fast um die gleiche Zeit schwerer zu werden. Der weitere Verlauf der Organentwicklungen ist dann bei den einzelnen Arten und Geschlechtern verschieden. Bei Rana temporaria beginnt im August eine gewaltige Zunahme der Geschlechtsorgane. Während die Ovarien und Eileiter der Esculenten langsam aber stetig bis zur Laichzeit zunehmen, verläuft die Entwicklung der Hoden anders. Sie nehmen im August und September zu, haben aber im Oktober den niedrigsten Wert des Jahres. Darauf nehmen sie wieder bis zur Laichzeit zu. Völlig anders geht die Entwicklung der Hoden von Rana temporaria vor sich. Sie erreichen im August das

fünf- bis sechsfache des Gewichtes, das die Esculenten während der Laichzeit haben. Daran schließt sich ein Gewichtsabfall an, der über die Laichzeit bis zum Juni andauert. Die gewaltige Gewichtszunahme der Hoden von Rana temporaria kann mit den von P o e l t z gemachten Beobachtungen begründet werden. Er hat an Hand von histologischen Schnitten nachgewiesen, daß bei Rana temporaria die Spermiogenese nur in den Monaten August/September stattfindet, während bei den Esculenten das ganze Jahr über eine solche erfolgen soll.

Das Verhalten der Fettkörper steht mit der artspezifischen Entwicklung der Geschlechtsorgane in engem Zusammenhang. Es zeigt sich eine antagonistische Tendenz in der Abnahme der Fettkörpergewichte in Bezug auf die Entwicklung der Geschlechtsorgane. Bei den Temporarien, die mit sehr weit entwickelten Geschlechtsorganen in die "Winterstarre" verfallen, besteht ein sehr geringes Fettkörpergewicht, während die Esculenten mit beträchtlichen Fettkörperreserven die Überwinterung beginnen. Ein weiterer Beweis für die antagonistische Beziehung zwischen Fettkörper und Geschlechtsorganen mag in den unterschiedlichen Gewichten der Fettkörper bei den Männchen und Weibchen von Rana esculenta gesehen werden. Während bei Beginn der "Winterstarre" die Ovarien und Eileiter verhältnismäßig weiter entwickelt sind als die Hoden, haben die Männchen zum gleichen Zeitpunkt größere Fettkörperreserven als die Weibchen.

Ob alle Stoffe, die zum Aufbau der Geschlechtsorgane während der Winterruhe benötigt werden, aus den Lebern und Fettkörpern mobilisiert werden, ist fraglich. Zumindest für die Weibchen ist es unwahrscheinlich. Jedenfalls kann dies behauptet werden, wenn man die Zu- und Abnahme der entsprechenden Organe gegenüberstellt. Aus Lebern und Fettkörpern stehen während der "Winterstarre" etwa 1 bis 2 g zur Verfügung. Die Zunahme der Ovarien und Eileiter ist aber weitaus höher. Der Erhaltungsstoffwechsel ist bei diesen Erwägungen vollkommen außer Acht gelassen. Die fehlenden Stoffe können einerseits

aus anderen hier nicht untersuchten Organen (Muskulatur) mobilisiert werden, andererseits könnte die Mehrzunahme durch Quellungswasser bedingt sein, denn H o l z a p f e l berichtet von einer Wasseraufnahme der Frösche während der Winterruhe infolge veränderter Osmoregulation.

Ein weiterer Beweis für das Bestehen eines Antagonismus zwischen Leber- und Fettkörpergewichten einerseits und den Gewichten der Geschlechtsorgane andererseits läßt sich an Hand der oben erwähnten Nebenuntersuchungen des Monats März 1959 führen. Es sind außer den in den Tabellen aufgeführten Fröschen, wie bereits bemerkt, noch solche untersucht worden, die im Eisschrank überwintert haben und von dort gleich entnommen, gewogen und gemessen worden sind. Im Gegensatz zu den Teichfröschen, die dem natürlichen Klima des Winters 1958/59 ausgesetzt gewesen sind, haben diese Frösche den Winter über in der gleichbleibenden Eisschranktemperatur verbracht. Aus einer Gegenüberstellung der mittleren Organgewichte geht hervor, daß die Geschlechtsorgane der Eisschrankfrösche bedeutend weiter entwickelt gewesen sind. Dieser Unterschied besteht bei beiden Arten. Die Leber- und Fettkörpergewichte beider Arten und Geschlechter aus dem Eisschrank sind niedriger als die entsprechenden der Teichfrösche. Außerdem kann man aus diesen Gegenüberstellungen schließen, daß die Umwelttemperatur einen bedeutenden Einfluß auf den Beginn der Laichzeit hat, denn man sollte annehmen, daß Frösche mit weiter entwickelten Geschlechtsorganen auch eher mit dem Laichen beginnen.

In welcher Form die Energie liefernden Stoffe und Bausteine für die Geschlechtsorgane zu Beginn der Winterruhe im Froschkörper vorliegen, läßt sich aus den vorliegenden Ergebnissen nicht sagen. Mit Hilfe einiger aus Veröffentlichungen biochemischer Untersuchungsergebnisse bekannten Werte, kann diese Frage vielleicht andeutungsweise beantwortet werden.

in der Hauptsache scheinen Fette und Glykogen als Reservestoffe zu fungieren. Eiweiße scheinen an den Umlagerungen während der Winterruhe weniger beteiligt zu sein. So berichtet G a u t i e r , daß bei einer Verdopplung der Lebergewichte die Eiweiße nur um 30% zugenommen haben. Aber auch der Eiweißabbau sei dann wieder langsamer erfolgt. S m i t h berichtet, daß der Blutzuckerspiegel bei Rana temporaria dreimal im Jahr erhöht sei; und zwar zur Laichzeit, im Juni/Juli und dann noch einmal im November vor der Winterruhe. Die beiden letzten Blutzuckerspiegelerhöhungen bringt er jeweils mit einer Speicherperiode der Leber und der Fettkörper in Zusammenhang. Dazwischen liegt die Zeit, in der die Geschlechtsorgane ausgebildet werden. Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen geht hervor, daß diese Reihenfolge der Organentwicklung für die hier untersuchten Frösche nicht zutrifft. Bei den Weibchen geht die Entwicklung der Speicher- und Geschlechtsorgane gleichzeitig vor sich. Bei den Männchen ist es sogar umgekehrt als nach den Angaben von S m i t h . Das heißt, es erfolgt erst die Zunahme der Hodengewichte und dann die Vergrößerung der Leber und der Fettkörper. Doch nach einem Monat sinken die Gewichte der beiden letztgenannten Organe wieder ab. Vielleicht hat den Fröschen nicht genügend Futter zur Verfügung gestanden. Der von S m i t h während der Laichzeit festgestellte hohe Blutzuckerspiegel läßt darauf schließen, daß zu dieser Zeit Glykogenreserven aus der Leber mobilisiert werden. Aus den Fettkörpern steht zu dieser Zeit so gut wie keine Reserve mehr zur Verfügung. Von A c k e r m a n n wird angegeben, zur Laichzeit befinde sich kein Fett mehr in der Leber. Der höchste Fettgehalt der Leber soll im Juli festgestellt worden sein.

Aus Untersuchungen der Fettkörper während der "Winterstarre" von V i c t o r o f f geht hervor, daß bei einem Verlust von 74,4% des Fettkörpergewichtes 80,25% des Fettvorrates abgegeben werden, während die Eiweiße nur um 37,5% abnehmen. Dies ist ein Beweis dafür, daß die Eiweiße bei der Umlagerung im Winter eine geringe Bedeutung haben. Wie stark dagegen

die Glykogenvorräte an diesem Vorgang beteiligt sind geht aus Untersuchungen von B l e i b t r e u hervor. Im Herbst erreicht der Gesamtglykogengehalt des Froschkörpers sein Maximum. Während der "Winterstarre" sind nur ganz geringe Abnahmen zu verzeichnen. Bei einer Untersuchung der Lebern und der Ovarien im Vergleich stellt sich heraus, daß die Lebern nach Beendigung der "Winterstarre" ihr Minimum und die Ovarien ihr Maximum an Glykogengehalt haben. Es muß also während der "Winterstarre" eine Umlagerung der Glykogenbestände stattfinden. Aus Untersuchungen von T e r r o i n e geht hervor, daß die Eier von Rana Fusca 27,9% Eiweiß enthalten. Er legt diesen Angaben einen Stickstoffwert von 4,8% zugrunde. Da aus anderen Untersuchungen keinerlei Angaben über die Umlagerung größerer Mengen Eiweißes bekannt sind, ist anzunehmen, daß diese zum größten Teil gleich im Ovar gespeichert werden.

Die Beobachtungen über die Hodenpigmentierungen lassen darauf schließen, daß diese vom Geschlechtszyklus beeinflußt werden. Wahrscheinlich besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Funktionszustand des Hodengewebes und der Intensität der Pigmentierung.

Welche F o l g e r u n g e n ergeben sich nun aus den vorliegenden Untersuchungen für die A u f b e w a h r u n g und die V e r w e n d b a r k e i t der F r ö s c h e zum physiologischen Praktikum? Aus der Literatur sind verschiedene Arten der Froschhaltung bekannt. H a m i l t o n hat Frösche für Versuchszwecke in einer elektrischen Kühlanlage bei 10°C gehalten. Die einzige Pflege dieser Tiere hat darin bestanden, daß sie täglich einmal mit lauem Wasser besprengt worden sind. Dabei habe er nicht die sonst üblichen großen Verluste gehabt. H i l l und P a r k i n s o n haben Frösche ein Jahr lang in einem Gefäß aus Glas und Schiefer gehalten, das dauernd mit Wasser von 4-6°C durchströmt worden ist. Obwohl die Frösche während dieser Zeit kei-

nerlei Futter bekommen hätten, seien keine Gewichtsverluste beobachtet worden. Die Tiere sollen noch sehr gut zu Versuchen an Nerven geeignet gewesen sein. R e n n i e und W e e s e berichten dagegen von Gewichtsverlusten während der Überwinterung. Außerdem ist von ihnen beschrieben worden, daß die Tiefe des "Schlafes" von der Temperatur abhängig sei. Aus Untersuchungen von U e k i geht hervor, daß die Frösche ohne ausreichende Feuchtigkeit nicht längere Zeit leben können. Zwar werden bei einer Trockenhaltung die einzelnen Organe nicht gleichmäßig an der Wasserabgabe beteiligt, doch tritt bei einem zu starken Wasserverlust der Tod ein. Nach A d o l f werden die ursprünglichen Gewichte, die durch Wasserentzug verringert werden, sofort wieder hergestellt, wenn man den Frosch wieder in normales Wasser bringt. Aus diesen und unseren Beobachtungen geht hervor, daß die ausreichende Wasserversorgung der Frösche bei der Haltung sehr wichtig ist. Für die zur Verwendung im Praktikum gehaltenen Frösche kommt es darauf an, daß sie besonders während der Zeit von November bis Februar und von Mai bis Juli funktionstüchtige Herzen, Nerven und Muskeln haben. Wie aus den Untersuchungen und dem Praktikum bestätigt wird, ist die Funktionstüchtigkeit aber gerade in dieser Zeit oft sehr beeinträchtigt. Dies läßt sich aus den Beobachtungen leicht erklären. Das Wintersemester ist eine Zeit, in der je nach Froschart mehr oder weniger große Umlagerungen der Stoffe aus Leber und Fettkörper in die Geschlechtsorgane stattfinden. Normalerweise braucht der Frosch während dieser Zeit keine großen Energiemengen für den Erhaltungsstoffwechsel und ist auch darauf eingestellt. Da der Stoffwechsel und in einem gewissen Maße auch die Umlagerungsgeschwindigkeit der Stoffreserven in die Geschlechtsorgane von der Umgebungstemperatur abhängig sind, wird es zweckmäßig sein, die Überwinterungstemperatur möglichst niedrig zu halten. Aus arbeitstechnischen Gründen ist es ungünstig, die Frösche im Freien überwintern zu lassen, zumal in einem milden Winter auch keine niedrigen Temperaturen garantiert sind.

Das Sommersemester ist eine Zeit, in der die Frösche sich allmählich erst vom Laichen erholen. Eine Gewichtszunahme der untersuchten Organe findet erst im Juli statt. Im Eisschrank würden diese Tiere auch um diese Jahreszeit einen niedrigen Bedarf an Erhaltungsenergie haben, doch können sie infolge der Trägheit auch kein Futter zu sich nehmen. Bei der Teichhaltung suchen die Frösche sich selbst Nahrung. Dies geht aus der Tatsache hervor, daß während des Sommers immer Futterreste im Verdauungstrakt gefunden worden sind. Arbeitstechnisch gesehen hat die Teichhaltung den Vorteil, daß sie keinen so großen Arbeitsaufwand erfordert wie die Eisschrankhaltung.

Die Frage, ob eine der untersuchten Arten oder eines der beiden Geschlechter den Anforderungen des Praktikums besser gerecht wird, ist für die Zeit des Sommersemesters negativ zu beantworten. Im Wintersemester wären vielleicht die Männchen von Rana esculenta vorzuziehen, da sie noch verhältnismäßig viele Reservestoffe gespeichert haben und auch meistens wirklich relativ am kräftigsten sind, wie aus eigenen Beobachtungen bestätigt werden kann. Es ist aber oft recht schwierig, für das Winterpraktikum überhaupt genügend Frösche zu beschaffen.

V. Zusammenfassung

1. An Männchen und Weibchen der Arten Rana temporaria und Rana esculenta, die zur Verwendung im physiologischen Praktikum teils im Teich, teils im Eisschrank gehalten worden sind, wurden im Verlaufe eines Jahres die Schnauzen-Steißbeinlänge, die Länge der Eileiter, das Körpergewicht, sowie die Gewichte der Leber, Fettkörper, Hoden, Ovarien und Eileiter bestimmt. Außerdem wurde die Hodenpigmentierung beachtet.

2. Die Organgewichte wurden in Prozent des Gesamtkörpergewichtes ausgedrückt und als Mittelwerte eines Monats in Tabellen und Diagrammen zusammengestellt. Ferner wurden die Verhältnisse der Eileitergewichte zur Eileiterlänge und die Verhältnisse der Eileiterlänge zur Körperlänge angegeben.

3. Rana temporaria: Beide Geschlechter hatten im Frühjahr die niedrigsten Lebergewichte. In den Monaten August und September waren die Lebern am schwersten. Darauf folgte wieder eine Gewichtsabnahme bis zur Laichzeit und darüber hinaus. Die Zu- und Abnahme der Fettkörper verhielten sich in der gleichen Weise wie die Lebergewichtsschwankungen. Die Hoden waren im August am schwersten und nahmen bis Juni ständig ab. Die Ovarien und Eileiter waren nach der Laichzeit am leichtesten. Von Juli bis September nahmen sie stark zu und erreichten ihr Höchstgewicht zu Beginn der Laichzeit. Die längsten Eileiter wurden während der Laichzeit gemessen. Bis Juli wurden sie kürzer, erreichten aber bis September schon wieder eine beträchtliche Länge.

4. Rana esculenta: Beide Geschlechter hatten die niedrigsten Lebergewichte im Frühjahr. Ab Juli setzte eine Gewichtszunahme ein, deren Maximum von den Weibchen im August und von den Männchen im November erreicht wurde. Darauf nahmen die Lebern bei beiden Geschlechtern wieder ab. Auch die Fettkörpergewichte waren im Frühjahr sehr niedrig. Die höchsten Gewichte wurden von beiden Geschlechtern im August erreicht.

Darauf folgte eine allmähliche Abnahme bis zum Frühjahr. Die Hodengewichte waren zur Laichzeit am größten. Nach einer Ab- und Zunahme in den folgenden Monaten wurde im Oktober der niedrigste Wert ermittelt. In den Wintermonaten nahmen die Hoden dann wieder bis zur Laichzeit zu. Die Ovarien waren im April am leichtesten. Von Juli bis Oktober nahmen sie stark zu und erreichten ihr Höchstgewicht zur Laichzeit. Die niedrigsten Eileitergewichte wurden im Juli registriert. Darauf folgte eine Gewichtszunahme bis März. In diesem Monat waren die Eileiter auch am längsten und hatten das größte Gewicht pro Zentimeter. Die beiden letztgenannten Werte schwankten innerhalb des Jahres nur gering.

5. Unterschiede zwischen Rana temporaria und Rana esculenta: Das Gewichtsmaximum der Männchen von Rana esculenta lag um 2 g höher als das der Temporarien, wurde aber erst zwei Monate später, nämlich im November, erreicht. Die Lebern der Weibchen beider Arten hatten ihr Gewichtsmaximum im August, wobei das der Esculenten um 1 g höher lag. Außerdem war der Abfall der Lebergewichte bei den Esculenten im Winter nicht so stark wie bei den Temporarien. Bei den Temporarien kamen hohe Fettkörpergewichte nur in den Monaten Juli bis September vor, während bei den Esculenten solche auch noch in den Wintermonaten gefunden wurden. Die höchsten Mittelgewichte der Hoden von Rana temporaria lagen um 3,44 g höher als die der Esculenten. Während das Gewichtsmaximum der Hoden von Rana temporaria im August lag, und dann ein Abfall der Gewichte bis Juni erfolgte, war bei den Esculenten ein Anstieg zur Laichzeit hin festzustellen. Eine Pigmentierung der Hoden wurde fast nur bei Rana temporaria gefunden. Die Ovarien zeigten bei beiden Arten etwa den gleichen Gewichtsverlauf, wobei die der Temporarien jedoch schwerer wurden. Die Eileiter der Temporarien hatten schon im Herbst ein hohes Gewicht erreicht, während die der Esculenten erst zur Laichzeit schwerer wurden. Die Längen der Eileiter und die Gewichte der Eileiter pro Zentimeter schwankten bei den Temporarien mehr als bei den Esculenten.

6. Die jahreszeitlichen Schwankungen der Organgewichte sind durch die Poikilothermie und den Geschlechtszyklus bedingt. Die Lebenserhaltung und die Fortpflanzung sind Hauptzweck aller Organveränderungen des Jahres. Das Problem der Speicherung von Reservestoffen und die Heranbildung der Geschlechtsorgane samt ihren Produkten wird von beiden Arten auf verschiedene Weise gelöst. Da der Beginn der Laichzeit und die erneute Zunahme der Organe während des Sommers nicht wesentlich beeinflußbar sind, ergibt sich daraus, daß die bisher geübte Haltung der Frösche für das Physiologische Institut die zweckmäßigste ist.

VI. Literaturverzeichnis

1 Ackermann,J. The animal rhythm of the fatty metamorphosis of the liver in frog Rana esculenta
Bull.Internat.Acad.pol.sc.méd.Krakow 1949 B, 145-174.

2 Adolf,E.F. The skin and the kidneys as regulators of the body volume of frogs.
J.Exper.Zool.,Philadelphia 47,1-30,1927.

3 Athanasiu,J. Über den Respirationswechsel der Frösche in den verschiedenen Jahreszeiten.
Pflügers Arch.Physiol.79,400-422,1900.

4 Athanasiu,J. Über den Gehalt des Froschkörpers von Glykogen in den verschiedenen Jahreszeiten.
Pflügers Arch.Physiol.74,561-570,1899.

5 Aron,M. Cycle séminal, cycle interstitiel et caractères sexuels secondaires chez Rana esculenta.
Compt.rend.Soc.Biol.9o, 8oo-8o2,1924.

6 Aron,M. Cycle séminal,cycle interstitiel et caractères sexuels secondaires chez Rana temporaria.
Compt.rend.Soc.biol.90,8oo-1802,1924.

7 Aron,M. A propos de caractères sexuels des anoures.
Compt.rend.Soc.biol.90,12o7-1212,1924.

8 Bleibtreu,M. Weitere Untersuchungen über das Verhalten des Glykogens im Eierstock bei Rana fusca.
Pflügers Arch.Physiol.141,328-342,1911.

9 Bleibtreu,M. Glykogen im Froscheierstock. Bemerkungen und Ergänzungen zu der Arbeit des Herrn Dr.Kan Kato.
Pflügers Arch.Physiol.132,580-599,1910.

10 Cei,G. Prime osservazioni sui fattori che regulano il ciclo spermatogenetico periodico della Rana temporaria.L.:ereditarietà e influenza ambiental.(Nota preliminare).
Monit.zool.ital.Firenze 52,131-151,1924.

11 Cei,G. Grundsätzliches über die allgemeine Beziehung zwischen Geschlechtszyklus und geographischer Verteilung der Amphibien.
Zool.Anz.142, 41-45, 1943.

12 Champy,C. Sur les conditions de la génese de l'hormozone sexuelle chez bátraciens anoures.
Compt.rend.hebd.Acad.sci.174,497-500,1922.

13 Champy,C. A propos caractères sexuels des anoures. (avec demonstrations et projections).
Compt.redn.Soc.biol.90,838-840, 1924.

14 Champy,C. Observations sur les caractères sexuels de la grenouille.
Arch.zool.expér.,Paris 74, 399-4o9,1932.

15 Champy,C. Obersvations sur les caractères sexuels de la grenouille.
Arch.zool.expér., 91, 174-175, 1924.

16 Duval,M. zitiert nach Poeltz (s.35).

17 Ferini,A. Sur l'échange du foie durant léthargie des grenouilles.
Arch.ital.di biol. 52, 440.

18 Gaule,A. Die geschlechtlichen Unterschiede in der Leber des Frosches.
Pflügers Arch.Physiol.84, 1-5, 1901.

19 Gaule,J. Über den Einfluß der Jahreszeit auf das Gewicht der Muskeln bei Fröschen.
Pflügers Arch.Physiol.83, 81-82,1901.

20 Gaule,J. Über die geschlechtliche Differenz bei Fröschen.
Pflügers Arch.Physiol.83, 83-88,1901.

21 Gaule,J. Veränderungen der Froschorganismen während des Jahres (Rana esculenta).
Pflügers Arch.Physiol.87, 473-537,1901.

22 Gaupp,E. Anatomie des Frosches I-III
Braunschweig: Verl.Wieweg 1904.

23 Gautier,C. Existe-t-il des réserves de protéines dans le foie des grenouilles au début de l'hibernation?
Bull.Soc.chim.biol.,Paris,13,143-147,1931.

24 Hamilton,W.F. Note on keeping live frogs for experimental purposes.
Science N.Y. 1935 I 24.

25 Hill,A.V. Parkinson,J.L. On keeping frogs at low temperature. J.Physiol.83, 16P, 1934.

26 Holzapfel,R.A. The cycle character of hibernation in frogs.
Quart.Rev.Biol.Baltimore,12,65-84,1937.

27 Kato,K. Beitrag zur Frage des mikroskopischen Nachweises von Glykogen.
Pflügers Arch.Physiol.127,125-142,1909.

28 Kato,K. Über das Verhalten des Glykogens im Eierstock der Frösche zu verschiedenen Jahreszeiten.
Pflügers Archiv.Physiol.132,545-590,1910.

29 Kitad,J.I. Seasonal spermatogenetic cycle in the testes of Rana temporaria. L.with special regard of the residual spermatogonie. (Eng.summ).
Japanese J.Genet.27, 113-116,1952.

30 Kopsch,F. Frühzeitige Bildung reifer Geschlechtszellen bei Rana fusca und Rana arvalis.
Anat.Anz.55, Erg.H.,182-187, 1922.

31 Leonard,A. Der Einfluß der Jahreszeit auf die Leberzellen von Rana temporaria.
Arch.Anat.Physiol.Abt.Suppl.1887.

32 Mazzocco,P. Variations saisonnières du poids et de la composition chimique de l'ovoire et des testicules du crapaud.
Compt.rend.Soc.biol.,Paris 134,289-290,194

33 Nußbaum,M. Über den Einfluß der Jahreszeit, des Alters und der Ernährung auf die Form der Hoden und Hodenzellen der Batrachier.
Arch.mikroskop.Anat.68, 1-121,1906.

34 Pflüger,E. Unter gewissen Bedingungen nimmt die in dem lebendigen Tierkörper enthaltene Menge des Glykogens trotz vollkommener über Monate sich ausdehnender Entziehung d.Nahrung fortwährend sehr erheblich zu.
Pflügers Arch.Physiol.120, 253-289,1907.

35 Poeltz,A.J. Die Vorgänge in den Froschhoden (Rana temporaria und Rana exculenta) unter dem Einfluß der Jahreszeit.
Arch.Anat.Physiol.Abt.Suppl.1890,1-23.

36 Rennie,A.E.
Weese,A.O. Hibernation studies (Rana pipiens), Behavior of Rana during the hibernation period.
Proc.Okl.Acad.Sci.8, 84-100,1928.

37 Smith,C.L. Seasonal changes in blood sugar, fatbody, liver, glykogen and gonads in the common frog Rana temporaria.
J.exp.biol.,Cambr.26, 412-429, 1950.

38 Smith,C.L. Environmental temperature and the glykogen content of the frog's liver. (Rana temporaria).
Nature, London, 170, 74-75, 1952.

39 Steinach,E. Untersuchungen zur vergleichenden Physiologie der männlichen Geschlechtsorgane, insbesondere der accessorischen Geschlechtsdrüsen.
Pflügers Arch.Physiol.56, 304-338,1894.

40 Tarchanoff,J.R. Zur Physiologie der Geschlechtsorgane des Frosches.
Pflügers Arch.Physiol.40, 330-350,1887.

41 Terroine,E.F.
Barthelmy,H. Recherchers biochimiques et biométriques sur la grenouille rousse. (Rana fusca) et ses oeufs à l'époque de la ponte.
Arch.internat.physiol.18,419-433,1921.

42 Ueki,R. Über den Wasserhaushalt trockengehaltener Frösche.
Pflügers Arch.Physiol.205,246-254,1924

43 Victoroff,K. Zur Kenntnis der Veränderungen des Fettgewebes beim Frosche während des Winterschlafes.
Pflügers Arch.Physiol.125, 230-236, 1908.

44 Winterstein,H. Handbuch der vergleichenden Physiologie Bd.II.
Jena 1924, Verl.Fischer.

L e b e n s l a u f

Am 16.Oktober 1933 wurde ich als ältester Sohn des Landwirts Josef K l e i n e l a n g h o r s t und seiner Ehefrau Maria, geborene Hensdiek, zu Groß-Wüstenfelde in Mecklenburg geboren.
Von Ostern 1940 bis Ende 1947 besuchte ich die dortige Volksschule. Im Januar 1948 begann ich auf dem staatlichen Gymnasium zu Meppen/Ems meine Oberschulzeit. Von 1950 bis zum Abitur am 9.März 1955 war ich Schüler des Canisius-Kollegs in Berlin.
Im Sommersemester 1955 wurde ich als Student der Veterinärmidizin an der Freien Universität Berlin immatrikuliert, wo ich am 30.April 1957 die tierärztliche Vorprüfung bestand. Im 6. und 7.Semester studierte ich an der Justus Liebig Universität zu Gießen. Am 22.März 1960 beendete ich mein Staatsexamen an der Freien Universität Berlin und erhielt am 7.Oktober 1960 die Bestallung als Tierarzt.